



Informe de Evaluación del pilotaje

“La DefeNsA de las plantas”





Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar
4.0 Internacional

Fecha de elaboración: diciembre de 2020

Como citar:

Navarro, M., Couso, D. y Tena, E. (2020) *Informe de Evaluación del Taller piloto “La DefeNsA de las plantas” del CRAG*. Barcelona: Publicacions CRECIM.

AGRADECIMIENTOS

Este informe de evaluación ha sido elaborado en el marco de una ayuda para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación (FCT-18-13792). Además, el trabajo recogido en este informe no habría sido posible sin la colaboración de otros profesionales y personas. Queremos agradecer especialmente la colaboración de los investigadores e investigadoras del CRAG (Centro de Investigación en Agrigenómica CSIC-IRTA-UAB-UB) y del profesor de secundaria Felip Lorenzo. También queremos agradecer la inestimable colaboración del alumnado y docentes de Bachillerato de las escuelas públicas Escola Industrial de Sabadell e Instituto de Matadepera.

Para preservar el anonimato de los institutos en los resultados del informe se ha ocultado el nombre de estas en los análisis de datos. Por ello, se hace referencia al Instituto 1 e Instituto 2.

SOBRE EL CRECIM

El *Centro de Investigación para la Educación Científica y Matemática* (CRECIM) está situado en la Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB. Este centro fue fundado en el año 2002, a partir del Grupo de Investigación Consolidado TIREC (Tecnología Informática e Investigación sobre la Educación Científica). CRECIM es una entidad dedicada a fomentar una mejor enseñanza y aprendizaje de la ciencia, la matemática y la tecnología en los distintos niveles educativos. La formación del profesorado, el diseño y evaluación de recursos didácticos son los principales ejes de actuación del centro.

Actualmente el CRECIM se encuentra desarrollando proyectos nacionales e internacionales bajo cuatro líneas de investigación principales: 1) el desarrollo de la práctica científica, la educación STE(A)M y el uso de herramientas digitales (proyectos: ParticipAIRE, Projecte ATENC!Ó) 2) el desarrollo de la equidad educativa en las disciplinas STEM (proyecto: ParentSTEM) 3) el desarrollo del paradigma RRI sobre todo en su dimensión de educación (proyectos: ORION, “Plantas Mutantes” y “La DefeNsA de las plantas”) y, por último, 4) Exploración de nuevos contextos de educación STEM relacionados con movimientos como el making, etc. (proyecto: STEMarium).

EQUIPO REDACTOR DEL INFORME

Dra. **Digna Couso Lagaron**, es licenciada en física y doctora en Didáctica de las Ciencias. Es profesora del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales y directora del CRECIM. Es formadora de futuros docentes de primaria y secundaria. Ha sido coordinadora del máster de formación del profesorado de secundaria de la misma universidad. Como investigadora ha trabajado en diferentes proyectos de mejora de la didáctica de las ciencias a escala estatal y europea. Ha publicado diversos artículos de alto impacto y es revisora de publicaciones de ámbito internacional. Digna.couso@uab.cat

Èlia Tena i Gallego, es graduada en Educación Primaria por la UAB, con mención en Necesidades Educativas Específicas, y máster en Investigación en Educación, en la especialidad de Ciencias Experimentales por la misma universidad. Actualmente es miembro del equipo investigador CRECIM. Ha colaborado en proyectos de investigación e innovación centrados en el desarrollo de las competencias científicas en la etapa de

primaria, sobre todo desde una perspectiva de equidad. Actualmente desarrolla su tesis doctoral sobre proyectos STEM en la etapa de educación primaria.

Maria Navarro Palà, es licenciada en farmacia por la UB y en psicología por la UAB, posgrado de evaluación psicológica por la UAB y máster en profesorado de ESO y bachillerato por la UAX. Ha trabajado en el ámbito de la farmacia comunitaria y el soporte educativo. Actualmente es miembro del equipo CRECIM y coordina y participa en proyectos de talleres de ciencias y formación STEM vinculados al centro de investigación.

ÍNDICE

SOBRE EL CRECIM	3
1. PRESENTACIÓN	7
1. 1. IMPACTO DE LA COVID EN EL DISEÑO Y PILOTAJE DEL TALLER	7
2. EL TALLER “LA DEFENSA DE LAS PLANTAS”	8
2. 1. MARCO TEÓRICO DEL TALLER.....	9
2. 2. OBJETIVOS DEL TALLER.....	11
3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DE LA EVALUACIÓN	14
3. 1. MARCO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN.....	14
3. 2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	15
4. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA – NIVEL 1.....	17
4. 1. METODOLOGÍA.....	17
4. 2. PRINCIPALES RESULTADOS	17
4. 3. PROPUESTA DE MEJORA.....	18
5. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA – NIVEL 2.....	19
5. 1. METODOLOGÍA.....	19
5. 2. PRINCIPALES RESULTADOS	20
5. 2. 1. CONTENIDOS CONCEPTUALES.....	20
5. 2. 2 CONTENIDOS PROCEDIMENTALES.....	23
5. 2. 3. CONTENIDOS EPISTÉMICOS.....	24
5. 2. 4. SOBRE LA INVESTIGACIÓN EN PLANTAS.....	26
5. 3. PROPUESTA DE MEJORA.....	28
6. EVALUACIÓN DE LA PRACTICIDAD.....	29
6. 1. METODOLOGÍA.....	29
6. 2. PRINCIPALES RESULTADOS	29
6. 3. PROPUESTA DE MEJORA.....	32

7. EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ	33
7. 1. METODOLOGÍA	33
7. 2. PRINCIPALES RESULTADOS I PROPUESTAS DE MEJORA	33
7.2.1 Estructura del taller	33
7.2.2 Presentación	33
7.2.3 Dossier	33
8. CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA	35
ANEXO I – CUESTIONARIOS PARA EL ALUMNADO	36
ANEXO II – CUESTIONARIO PARA EL PROFESORADO	40
ANEXO III – PRESENTACIÓN DE SOPORTE (POWER POINT)	42
ANEXO IV – DOSIER DEL ALUMNADO.....	52

1. PRESENTACIÓN

El taller de “La DefeNsA de las plantas” es una propuesta didáctica que ha sido diseñada colaborativamente entre una institución científica (Centro de Investigación en Agrigenómica CSIC-IRTA-UAB-UB - CRAG), un grupo de investigación experto en educación STEM (Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica - CRECIM) y profesorado de secundaria y bachillerato (Felip Lorenzo). El diseño y evaluación de este proyecto ha sido financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FCT-18-13792) del Ministerio de Ciencia e Innovación.

La colaboración establecida entre el CRAG y el CRECIM se basa en los principios del *Responsible Research and Innovation* (RRI) haciendo especial énfasis en sus pilares de *Science Education* y Género.

Concretamente, el proyecto tiene como objetivo el diseño y evaluación de un taller para alumnado de 1º de Bachillerato (alumnado de 16-17 años) vinculado a la investigación que se lleva a cabo en el CRAG. A este taller le precede el taller de “Plantas mutantes” dirigido a alumnado de primaria que está diseñado y evaluado bajo la misma colaboración y principios. Este otro taller, también ha sido financiado por proyectos de la FECYT y ha gozado de muy buena aceptación por parte del profesorado y alumnado de primaria al que va dirigido y su impacto ha sido evaluado de manera iterativa con resultados positivos.

El presente documento recoge la evaluación de la calidad y el impacto de los talleres piloto “La DefeNsA de las plantas” que se ha diseñado entre enero y octubre de 2020 y se ha llevado a cabo en el mes de noviembre de 2020. Además, se hacen propuestas de mejora como resultado de esta evaluación.

1.1. IMPACTO DE LA COVID EN EL DISEÑO Y PILOTAJE DEL TALLER

La llegada de la COVID al territorio ha supuesto un impacto social muy relevante y una grave alteración del funcionamiento y planificación de todas las actividades educativas. Este taller no ha sido una excepción a esta situación y su diseño y pilotaje han sido especialmente difíciles debido a las circunstancias y la inestabilidad en la que se ha trabajado desde el mes de marzo de 2020 hasta su finalización.

Las restricciones de movilidad y la disminución del contacto social impuesto por la llegada de la pandemia provocaron el cierre del CRAG (que mantenía únicamente su actividad esencial) y también de los centros educativos. Este hecho ha supuesto un retraso considerable en el diseño e implementación del taller piloto. Estaba planificado que el pilotaje se llevaría a cabo en mayo de 2020 pero no fue posible hasta noviembre de 2020. En primer lugar, porque la actividad educativa presencial estaba totalmente anulada y, en segundo lugar, porque el cierre del CRAG no permitió que se realizaran las pruebas experimentales previstas y se preparara el material necesario para el desarrollo del taller en el tiempo establecido inicialmente.

La pandemia no solo ha producido alteraciones en el calendario si no también en la propia estructura del taller. Este taller está pensado para ser llevado a cabo presencialmente en el CRAG, pero el pilotaje se ha tenido que adaptar para su implementación en el instituto donde los alumnos cursan bachillerato. Este hecho se debe a que la situación de la COVID en noviembre tampoco era propensa a que los alumnos se desplazaran al centro de investigación y la entrada de estos en el CRAG no estaba permitida. Por este motivo, se ha adaptado de forma provisional el taller a las instalaciones de los centros educativos participantes en el pilotaje y al material de laboratorio que se podía transportar. La visita a las instalaciones del CRAG en pequeños grupos guiados por estudiantes de doctorado prevista al finalizar el taller, ha sido substituida en los talleres piloto por una visita guiada “virtual” (en video) realizada por los estudiantes del grupo de investigación de Núria Sánchez Coll y Marc Valls.

Finalmente, cabe destacar que el diseño original del taller contenía una primera sesión que se realizaba en el instituto donde los alumnos cursan bachillerato con su profesorado de biología y con una duración de unos 45 min. Esta sesión era previa a la segunda, que se desarrollaría en el CRAG con investigadores del centro guiando la sesión. Esta estructura tampoco se ha podido mantener debido al poco tiempo del que se ha dispuesto para hacer las pruebas experimentales y analizar los resultados. Por ello, se han realizado otras modificaciones en el diseño del taller inicial.

Así pues, este pilotaje se ha llevado a cabo con un protocolo adaptado a la situación (sesión única de 4h con un descanso de 30 minutos y en el instituto del alumnado) que deberá ser revisado cuando la situación epidemiológica mejore y se traslade el taller al CRAG para enriquecer la experiencia del alumnado. Además, se sigue trabajando en los procedimientos experimentales para favorecer un correcto desarrollo del taller, y a ser posible, con las dos sesiones previstas.

A pesar de todos estos contratiempos, el taller se ha podido desarrollar satisfactoriamente con gran aceptación y agradecimiento por parte de todo el alumnado y del profesorado participante, que ha hecho un gran esfuerzo de adaptación a las distintas propuestas que han ido surgiendo y evolucionado debido a la llegada de la COVID-19.

2. EL TALLER “LA DEFENSA DE LAS PLANTAS”

La descripción completa del protocolo del taller está recogida en otro documento que tiene como objetivo actuar como guía para la implementación del taller por parte del personal de investigación y divulgación del CRAG, o cualquier otro centro de investigación que desee realizar este taller.

En este informe constan únicamente aquellas características del taller que se deben tener en cuenta para poder llevar a cabo una evaluación. Así pues, se recogen aspectos

sobre los principios didácticos que rigen el diseño y los objetivos de la implementación del taller.

2. 1. MARCO TEÓRICO DEL TALLER

Tal y como se ha indicado en el primer apartado, este taller se enmarca en el paradigma RRI (*Responsible Research and Innovation*) que implica que todos los actores sociales (investigadores, ciudadanos, políticos...) trabajen conjuntamente durante todo el proceso de investigación e innovación para alinear mejor el proceso y los productos con los valores, necesidades y expectativas de la sociedad (European Comision, 2015). Como consecuencia se espera una mejora de las competencias de la ciudadanía para comprender los productos o resultados científicos y para debatir y ser críticos con sus beneficios y consecuencias (Hernández y Couso, 2016). Entre estas competencias que es necesario que adquiriera la ciudadanía buena parte se relaciona con controversias y contenido STEM, por lo que numerosas investigaciones manifiestan que será esencial la alfabetización STEM de toda la población (European Comission, 2013; OCDE, 2020).

La participación de las entidades educativas en los centros de investigación ha sido considerada como una de las estrategias privilegiadas para llevar el paradigma RRI a la acción (Couso et al., 2017). Y uno de los formatos más habituales de estas iniciativas son los talleres experimentales. El taller “La DefeNsA de las plantas” cumple con el formato de este tipo de talleres organizados por instituciones científicas y que suelen compartir las siguientes características (Hernández y Couso, 2016):

Características de los talleres experimentales	Taller “La DefeNsA de las plantas”
Intervención: <ul style="list-style-type: none"> - De duración acotada (horas) - Aislada (una vez a lo largo del curso escolar para un mismo grupo de alumnos) 	<ul style="list-style-type: none"> - Una sola sesión de 4h (aunque se está trabajando para que el alumnado pueda hacer una sesión preparatoria - 45min. -)
Actividad fuera de la escuela, en un laboratorio o espacio específico para tal fin	La pandemia obligó a realizar el pilotaje en el instituto donde el alumnado cursa bachillerato, pero en el futuro está previsto que se realice en el CRAG
Uso de material e instrumental específico para el taller experimental, a menudo diferente del que disponen los centros educativos	Para el pilotaje se transportó material de laboratorio específico: micropipetas, microtubos, termocicladores, geles de agarosa...
Cierto grado de implicación activa del alumnado en la realización de actividades manipulativas y en la discusión de ideas.	Se plantea un reto científico que el alumnado debe resolver. Los procedimientos experimentales

	necesarios los realiza el alumnado con el soporte de los investigadores.
Organización a cargo de los actores ajenos a la escuela (investigadores en algún ámbito científico o tecnológico, comunicadores de ciencia, monitores con base científica).	La organización y diseño se lleva a cabo por personal de dos centros de investigación: CRAG y CRECIM.

Tabla 1. Características de los talleres experimentales vs taller “La DefeNsA de las plantas”

Además, siguiendo los principios de RRI, el taller no se reduce a los productos teóricos obtenidos por la ciencia, sino que incluye la actividad de generarlos, es decir, incluye procesos de indagación, argumentación y modelización que permiten a los alumnos construir una explicación al reto planteado. Así se implica al alumno no únicamente en la construcción de conocimientos de ciencia, sino que también se le pide que actúe durante todo el taller como un verdadero científico y aprenda así sobre ciencia.

Además, para el diseño del taller también se han tenido en cuenta diversos principios didácticos (p.ej. la idea de práctica científica) especialmente destacados por las investigaciones en didáctica de las ciencias. Una de estas premisas teóricas ha sido el ciclo de modelización revisado (Figura 1) (Couso, 2020). En este se parte de las ideas iniciales del alumnado y se intentan modificar progresivamente acercándolas a ideas más próximas a las de la ciencia erudita actual. Para ello, se involucra al alumnado en diferentes momentos de la instrucción en actividades diversas, así como en la evaluación y revisión de las propias ideas.

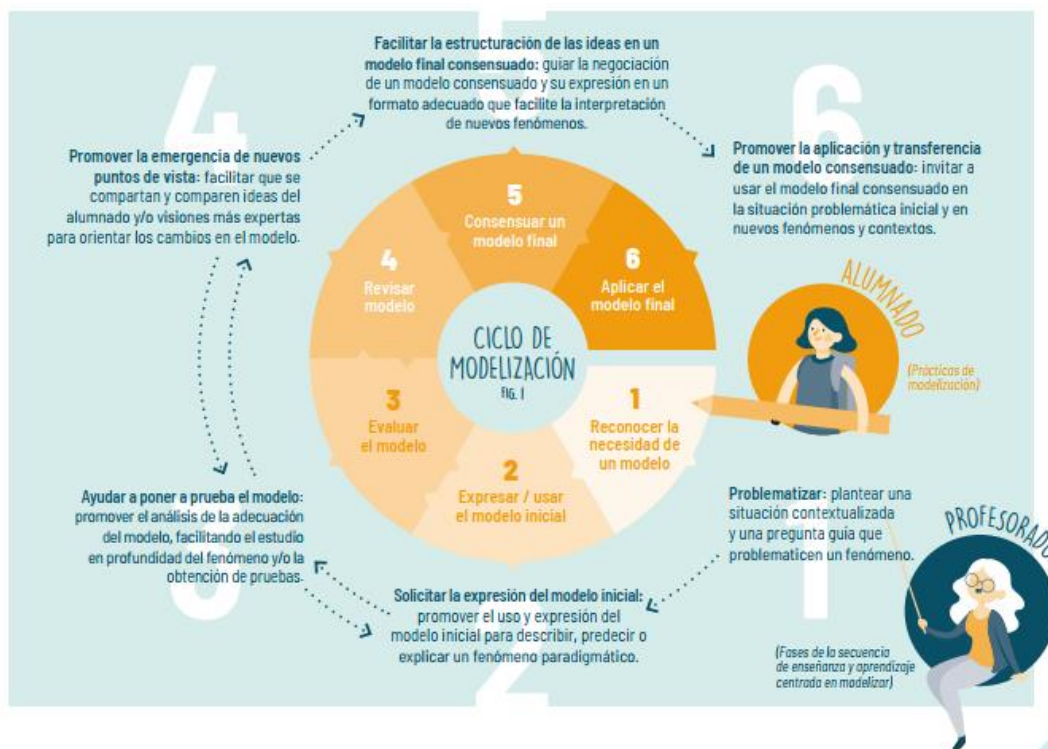


Figura 1 – Ciclo de modelización (Couso, 2020)

2. 2. OBJETIVOS DEL TALLER

Este taller persigue los objetivos generales de las iniciativas de comunicación y educación científica que son los de contribuir a la mejora de la cultura y alfabetización científica del público, fomentar vocaciones científico-tecnológicas entre los jóvenes y favorecer el diálogo entre el público y los investigadores (Hernández y Couso, 2016), especialmente en el ámbito de la investigación agrigenómica.

Según Hernández y Couso (2016), alcanzar estos objetivos es un reto complejo por lo que se requiere, a su vez, reconocer y abordar otros subobjetivos estrechamente relacionados. La tabla 2 resume estos subobjetivos:

Contribuir a la mejora de la cultura o alfabetización STEM del público	Fomentar vocaciones STEM entre los jóvenes	Favorecer el diálogo entre el público i los investigadores
<ul style="list-style-type: none"> · Desarrollar conocimiento conceptual (conocimientos de ciencias, conceptos y modelos) · Desarrollar conocimiento procedimental y epistémico (prácticas científicas, técnicas y procedimientos sobre cómo se construye la ciencia) · Desarrollar conocimiento contextual (aplicación real, “ciencia viva”) · Fomentar actitudes positivas respecto a la ciencia 	<ul style="list-style-type: none"> · Mejorar las competencias científicas (conocimientos y actitudes) – Factor educativo · Mejorar la percepción de autoeficacia respecto a las ciencias – Factor psicológico · Mejorar el asesoramiento académico y profesional – Factor informativo · Mejorar la imagen social de las carreras y de los profesionales científicos – Factor social 	<ul style="list-style-type: none"> · Generar la necesidad de desarrollar conocimiento mediante preguntas · Dar la palabra al público y regular sus intervenciones · Facilitar la comprensión del público visualizando representaciones o utilizando analogías · Conectar con las ideas previas del público y con el vocabulario que conoce y sabe usar en registro científico · Estructurar el discurso

Tabla 2 – Objetivos y subobjetivos relacionados con los objetivos generales de las actividades de comunicación y educación científica (Hernández y Couso, 2016)

Se debe tener en cuenta que este taller está dirigido a alumnado de bachillerato que está cursando la asignatura troncal de biología, por lo que el taller se dirige a alumnos y alumnas que ya han manifestado interés por las ciencias. Esto justifica el hecho de que

la alfabetización científica y el fomento de aspiraciones sea específico del ámbito de la investigación en plantas y que los procesos de aprendizaje planteados sean sofisticados.

Tal y como se destaca en distintos documentos del CRAG (por ejemplo en la bienvenida del libro “Sketching científic CRAG”), la domesticación de las plantas y los animales es la base de las sociedades humanas actuales, y muchos de los retos globales que tenemos que afrontar (como el cambio climático y sus consecuencias o el aumento de la demanda de recursos naturales y de productos alimentarios de calidad) dependen en gran medida de la investigación científica en plantas. A pesar de ello, en España la investigación en plantas y agrigenómica es poco conocida por la sociedad y no goza del prestigio social de otras especialidades como, por ejemplo, la biomedicina. Se ha detectado que, en general, el alumnado de secundaria interesado en desarrollar una carrera científica no considera la posibilidad de hacerla en el estudio de las plantas o agrigenómica. En consecuencia, se hace necesario dar a conocer más y mejor este campo de investigación.

Teniendo esto en cuenta, y en coherencia con los objetivos y subobjetivos propuestos por Hernández y Couso, se establecen los siguientes objetivos para el taller:

1. Contribuir a la mejora de la cultura y alfabetización científica del alumnado. Este objetivo se concreta en distintos subobjetivos que son los de aprendizaje del taller y que se encuentran relacionados con el currículum de bachillerato. (Tabla 3).
2. Fomentar las aspiraciones en el ámbito de la investigación y carrera científica en plantas mejorando las competencias científicas, la percepción de autoeficacia, el asesoramiento académico y profesional y la imagen social de los profesionales científicos.
3. Favorecer el diálogo entre el alumnado y los investigadores, que en el caso de este taller se concreta problematizando con un reto científico que se plantea a los alumnos a través de un vídeo en que dos científicos del CRAG, Núria Sánchez Coll y Marc Valls, piden ayuda a los alumnos para resolver un problema en campos de coles de dos agricultores. Se ofrece a los alumnos un ejemplo real de estudio del ADN y de las consecuencias de sus cambios en la resistencia a los patógenos de las plantas, factor socioeconómicamente muy relevante.

Con el método didáctico propuesto se pretende construir el taller a partir de las ideas previas e intervenciones de los alumnos.

<p>CONTENIDOS</p> <p>Currículum</p> <p>Bachillerato</p>	<p>Análisis de la relación entre genotipo y fenotipo. Una característica fenotípica concreta, como puede ser la resistencia de una planta a una determinada cepa bacteriana, depende de que la planta posea y exprese un gen (o varios) determinado. La expresión de genes de resistencia implica la síntesis de proteínas que acaban concediendo a la planta mecanismos para reconocer los agentes infecciosos y hacer frente a una infección.</p>
--	--

	<p>La resistencia genética a las bacterias es específica. Es decir, los genes de resistencia no afectan a todos los agentes infecciosos por igual: ser resistente a una determinada especie infecciosa no quiere decir ser resistente a todas.</p> <p>El diseño experimental es imprescindible en cualquier investigación científica. Por ejemplo, los grupos control pretenden eliminar el error experimental y asegurar que los resultados obtenidos son consecuencia de los factores que se están examinando.</p> <p>Las células pueden activar mecanismos que les provoquen la muerte para así preservar la vida del organismo del que forman parte. En el caso de las células vegetales este proceso recibe el nombre de muerte celular programada y difiere de la apoptosis de los animales en el tipo de proteínas que le desencadena.</p>
Específicos de la investigación en plantas	<p>Las plantas tienen capacidad para defenderse frente una infección bacteriana. Existen diferentes mecanismos de defensa de las plantas frente a bacterias, y uno de ellos consiste en la síntesis de proteínas que llevan a la producción de determinadas sustancias tóxicas y a la muerte celular programada de las células infectadas. De esa manera la planta consigue evitar que las bacterias se reproduzcan y se diseminen por la planta</p> <p>Trabajar con plantas que tienen un crecimiento lento y de las que no conocemos el genoma en profundidad puede ser un inconveniente para llevar a cabo una investigación. Por este motivo, en las investigaciones en plantas, así como en animales, usamos organismos modelo que son especies de plantas de las cuales se conoce el genoma en detalle, que tienen un ciclo de vida corto y que suelen ocupar poco espacio para crecer.</p>
CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	<ul style="list-style-type: none"> - Encontrar la información en artículos científicos - Extracción de ADN - PCR - Geles de electroforesis de ADN (agarosa) - Argumentación: construir explicaciones justificadas en base a los resultados obtenidos.
CONTENIDOS EPISTÉMICOS	<p>Los avances científicos no son el descubrimiento repentino de una verdad por parte de un individuo, si no la construcción de conocimientos a partir de la confrontación y contraposición de ideas entre científicos, y basándose en el conocimiento anterior. Las ideas científicas no se construyen de manera individual (paradigma colaborativo) y evolucionan con el tiempo, a menudo gracias al desarrollo de nuevas tecnologías.</p> <p>La investigación en plantas puede tener repercusiones muy importantes en la alimentación, la salud, el equilibrio ecológico y consecuentemente en la economía y nivel de desarrollo de una sociedad.</p>

Tabla 3 – Objetivos de aprendizaje de “La DefeNsA de las plantas”.

3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DE LA EVALUACIÓN

La evaluación de cualquier iniciativa en educación y comunicación científica es clave para mejorar la calidad global de la propia iniciativa y para entender de qué manera contribuye a un ecosistema de aprendizaje del alumnado más amplio (Committee on Successful Out-of-school STEM learning et al. 2015). Además, la evaluación se debe centrar no sólo en los resultados del proyecto, sino también en el proceso (diseño, gestión y ejecución) (Easterby-Smith, 1994) para comprender los “porqués” y los “cómo”.

Así pues, los objetivos que se persiguen en esta evaluación y cuyos resultados se recogen en este informe, son los de evaluar la calidad del diseño e implementación del taller, así como obtener evidencias del impacto de este en el alumnado para proponer mejoras que permitan establecer un protocolo definitivo del taller.

3.1. MARCO TEÓRICO DE LA EVALUACIÓN

La evaluación de la calidad debe contemplar cuatro elementos clave: los objetivos a conseguir, el diseño de la propia actividad, la manera en que ésta se lleva a cabo y los resultados alcanzados (Figura 2) (Hernández y Couso, 2016).

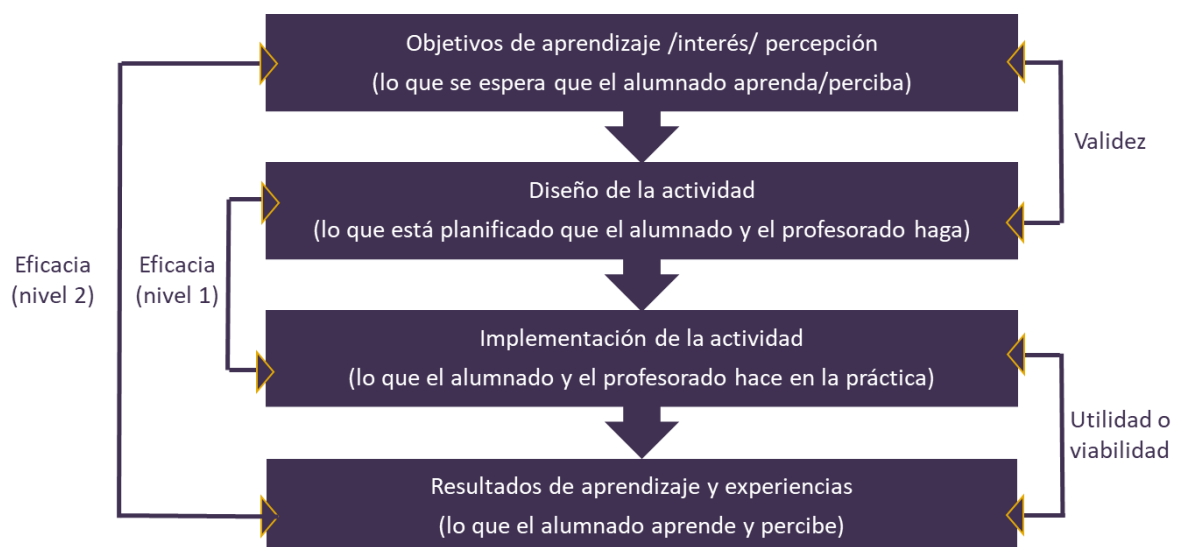


Figura 2. Elementos clave para diseñar y ejecutar la evaluación de una iniciativa de educación y comunicación científica. (Hernández y Couso, 2016 adaptado de Millar et al. 1999 y de van Der Akker 1999).

La tabla 4, recoge la definición de estos criterios según Hernández y Couso (2016). Además, se incluyen los instrumentos utilizados para dicha evaluación teniendo en cuenta los instrumentos propuestos por las autoras:

Criterio	Definición	Instrumentos utilizados
Eficacia Nivel 1	Grado de consistencia entre las acciones llevadas a cabo por los	Observación participante

	estudiantes durante la implementación de una actividad y el diseño planificado de la misma.	
Eficacia Nivel 2	Grado de consistencia entre los resultados de aprendizaje, percepción e interés del alumnado de la implementación de la actividad y los objetivos esperados.	Cuestionarios para el profesorado y alumnado
Practicidad	Grado de interés y utilidad de la actividad en condiciones “normales” percibido por los participantes (y/u otros expertos)	Cuestionarios para el profesorado y el alumnado
Validez	Grado de consistencia entre los objetivos y el diseño del taller.	Análisis crítico de la estructura y contenido de los dosieres y presentaciones que sirven de pauta para el alumnado. Observación participante.

Tabla 4 - Criterios de evaluación e instrumentos propuestos

Así pues, la evaluación se ha estructurado entorno a estos criterios e instrumentos propuestos por Hernández y Couso. La metodología de evaluación ha sido mixta y se ha adaptado a los distintos parámetros estudiados. Se detallan y describen más adelante las herramientas utilizadas.

Finalmente, se debe destacar que en la recogida de datos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones éticas y metodológicas:

- Principio de mínima interferencia posible en el desarrollo del taller: con el objetivo de interferir lo mínimo posible en el desarrollo habitual del taller, se han diseñado cuestionarios lo más breves posible y las observaciones de los talleres piloto se han realizado sin interferir en el desarrollo de este.
- Principio de voluntariedad de los participantes: en todo momento la recogida de datos se ha realizado bajo consentimiento y colaboración de todos los agentes participantes.
- Principio de anonimato y de protección de datos: con el objetivo de garantizar el anonimato de los participantes se han utilizado cuestionarios sin ningún tipo de registro identificativo (alumnado y profesorado).

3. 2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

El pilotaje de la muestra se ha llevado a cabo en dos centros educativos públicos de la zona de influencia del CRAG: son poblaciones cercanas (Sabadell y Matadepera) como se muestra en la figura 3 y pertenecen a la misma comarca. Este hecho pretende

promover que el alumnado descubra que en su entorno se llevan a cabo investigaciones científicas y reforzar la idea de que ellos pueden ser los científicos y científicas del futuro.

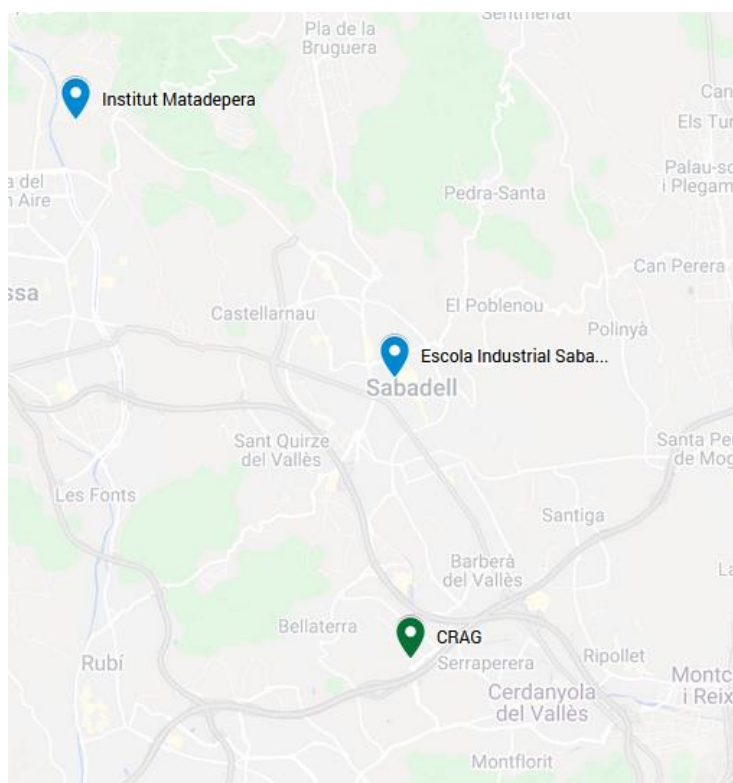


Figura 3 – Localización de los centros educativos que han participado en el pilotaje y del CRAG.

El taller ha sido pensado y diseñado para ser llevado a cabo a finales de primero de bachillerato, pero, a causa de la llegada de la COVID al territorio, se ha tenido que implementar en el mes de noviembre (primer trimestre del curso escolar). En el Instituto 1 los alumnos eran de 1º de bachillerato (n=27) y en el instituto 2 los alumnos eran de 2º (n=22).

49 alumnos participantes en el pilotaje	Primer pilotaje	<ul style="list-style-type: none"> - Fecha: 13 de noviembre de 2020 - Instituto 1 - 1º de Bachillerato - 27 alumnos
	Segundo pilotaje	<ul style="list-style-type: none"> - Fecha: 20 de noviembre de 2020 - Instituto 2 - 2º de Bachillerato - 22 alumnos

Tabla 5 – Breve descripción del alumnado participante en el taller

Durante la implementación del taller han estado presentes las profesoras de biología de cada centro (n=2 en cuestionarios dirigidos al profesorado) y el taller ha sido impartido por la responsable de Comunicación (Zoila Babot) y por una investigadora del CRAG (Ana Beatriz Moreno) y personal del CRECIM (Maria Navarro Palà).

4. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA – NIVEL 1

En este nivel, tal y como ya se ha descrito anteriormente, se evalúa el hecho de que el taller se pueda implementar a la práctica en la manera en la que ha estado pensado durante el proceso de creación y diseño.

4.1. METODOLOGÍA

Para poder llevar a cabo esta evaluación se ha utilizado la técnica de la observación participante. Así pues, la ha realizado el personal del CRECIM que ha participado activamente en la implementación de los dos talleres y se ha usado como protocolo de observación el guion “teórico” del taller con el que este se ha llevado a la práctica en el aula.

Se debe tener en cuenta que la observación participante realizada en el primer instituto ha supuesto que se hagan algunas modificaciones para implementar el pilotaje del segundo instituto. Todas estas modificaciones están registradas en la tabla 6 en la que se recogen los resultados.

4.2. PRINCIPALES RESULTADOS

Para sistematizar los resultados obtenidos, estos han sido recogidos en la tabla 6. Constan las principales etapas en las que se puede dividir el taller y el grado de concordancia del desarrollo del taller con el protocolo establecido.

	Instituto 1	Instituto 2
0. Presentación	El taller se desarrolla según lo previsto	
1. Vídeo inicial Marc y Núria	El taller se desarrolla según lo previsto	Se detecta un olvido en las instrucciones que deben recibir los alumnos → Propuesta de mejora E1.1 (apartado 4.3. en el informe)
2. Observación de las plantas y los síntomas	El taller se desarrolla según lo previsto	
3. Elaboración de hipótesis	El taller se desarrolla según lo previsto	
4. Ponemos a prueba nuestras hipótesis	En el Instituto 1 la presentación del gel de agarosa se realiza posteriormente a lo que estaba previsto, debido a que en el momento que estaba planificado se detecta un exceso de información (problema de validez). Se valida el cambio como mejora y se implementa en el nuevo orden en el Instituto 2 → Propuesta de mejora E1.2 (apartado 4.3. en el informe)	

5. Puesta en común y extracción de conclusiones.	Para facilitar la explicación de las conclusiones a las que han llegado, en el Instituto 1 se sugiere a una alumna que se desplace hacia la pizarra. Se observa que facilita las explicaciones del alumnado y se establece como una pauta recomendable en este momento del taller → Propuesta de mejora E1.3 (apartado 4.3. en el informe)	
6. Video despedida de los investigadores y visita virtual al CRAG	El taller se desarrolla según lo previsto.	
7. Aplicamos aquello que hemos aprendido	No se lleva a cabo: El alumnado tenía examen y no se tuvo tiempo suficiente.	El taller se desarrolla según lo previsto.

Tabla 6 – Resultados observación participante Eficacia – nivel 1.

Además, se han recogido otras observaciones relativas al funcionamiento general del taller:

- Se observan dificultades en el seguimiento de las partes del vídeo de la visita virtual en inglés. De hecho, hay alumnos que recogen este hecho en la pregunta abierta de “aspectos a mejorar del taller” del cuestionario post. → [Propuesta de mejora E1.4 \(apartado 4.3. en el informe\)](#)
- El personal investigador utiliza un lenguaje adaptado al nivel del alumnado y se combinan distintos tipos de lenguaje: gráfico, verbal...
- Se aprecia que las investigadoras han participado en otros talleres con alumnado, aunque en ocasiones el turno de palabra está demasiado regulado (deben levantar la mano para hablar) y esto entorpece el debate. Esta regulación es necesaria en alumnado de primaria en que el grado de participación es muy elevado, pero no en talleres con personal ajeno al instituto en bachillerato. En todo caso, si en algún momento se detecta como necesidad, se puede pautar así la intervención, pero en grupos de bachillerato puede dificultar la participación. → [Propuesta de mejora E1.5 \(apartado 4.3. en el informe\)](#)
- El alumnado se mantiene activo e involucrado la mayor parte del taller participando activamente de las actividades que se proponen. A pesar de ello se debe pautar el registro de información en el dossier ya que hay alumnos que no lo hacen → [Propuesta de mejora E1.6 \(apartado 4.3. en el informe\)](#)

4. 3. PROPUESTA DE MEJORA

En relación con los resultados obtenidos en la evaluación de la eficacia – nivel 1, se establecen las propuestas de mejora siguientes:

E1.1 – A pesar de que el vídeo presenta dos objetivos distintos (presentar a los investigadores y presentar el reto) y las instrucciones que deben recibir los alumnos son distintas, existe un único vídeo que dificulta la parada que se debe realizar para cambiar las instrucciones. Se propone para facilitar el correcto funcionamiento, que sean dos vídeos en vez de uno (partir el vídeo actual).

E1.2 – Adaptar el protocolo del taller a la nueva propuesta: Inicialmente se trabajaban conjuntamente la técnica de amplificación del ADN (PCR) con la lectura de los resultados en el gel de agarosa. Se observó que, en un primer momento, los alumnos no sienten la necesidad de utilizar un método que permita detectar el ADN amplificado hasta que han preparado la PCR y esta se pone en marcha. Se propone cambiar el protocolo del taller para adaptarlo al desarrollo de ambos talleres y presentar el gel de agarosa cuando surge la necesidad de utilizarlo (cambio que se ha llevado a cabo *in situ*).

E1.3 – Proponer a los alumnos que, para explicar sus conclusiones, hagan uso de la presentación y se acerquen a la pantalla para poder señalar la información sobre la imagen a la que se están refiriendo en cada momento.

E1.4 – En el caso de no poder hacer el taller en el CRAG y seguir utilizando el vídeo de “la visita virtual”, se propone subtítular los fragmentos del vídeo final que están en inglés. Se recomienda la traducción de los subtítulos al catalán.

E1.5 – No regular la participación del alumnado pidiendo que levanten la mano antes de hablar, ya que en muchas ocasiones actúa como factor limitante a la participación. En todo caso, ante un grupo muy activo se puede proponer esta manera de funcionar si se detecta la necesidad.

E1.6 – Establecer momentos para hacer el registro de la información en el dossier y pautar este registro explicitando que deben hacerlo.

5. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA – NIVEL 2

La evaluación de la eficacia nivel 2 supone detectar el grado de coincidencia entre los objetivos y los resultados de aprendizaje.

5.1. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta evaluación los alumnos han respondido a los cuestionarios que se adjuntan en el [Anexo I](#). Se ha utilizado un cuestionario con la finalidad de recoger las ideas previas de los alumnos (cuestionario “pre”) y otro cuestionario que recoge las ideas del alumnado después de participar en el taller (cuestionario “post”) y poderlas comparar. El cuestionario que el alumnado ha contestado después de participar en el taller incluye preguntas para valorar la practicidad, y la evaluación de estas preguntas se recoge en el siguiente apartado.

En este punto se debe hacer la aclaración de que, aunque el objetivo del equipo evaluador era que el alumnado respondiera a ambos cuestionarios (pre y post) en papel, en el aula y de modo individual, solamente se han conseguido todas estas condiciones en el cuestionario post que el alumnado contestó justo al final del taller. Debido a que se temía no disponer de suficiente tiempo, los cuestionarios “pre” dirigidos al alumnado se mandaron al profesorado por correo con el objetivo que este lo pasara en clase. Nos consta que estas condiciones no han sido así en ninguno de los dos institutos para el cuestionario pre, ya que se hizo llegar el cuestionario por correo electrónico al alumnado y aunque se les pidió que lo contestaran sin consultar información, no se puede garantizar que haya sido así. Así pues, se debe tener en cuenta que no se puede garantizar que haya cierta distorsión (debido a que se hayan realizado búsquedas por internet) de las preguntas del cuestionario “pre”.

Para completar esta evaluación, se ha enviado un cuestionario al profesorado que incluye preguntas de eficacia de nivel 2 y de practicidad. Este cuestionario se encuentra en el [Anexo II](#) de este informe. El cuestionario se ha hecho llegar en formato digital a través de la plataforma Google forms.

5. 2. PRINCIPALES RESULTADOS

En este apartado se ha evaluado el logro de los distintos objetivos de aprendizaje y en este informe se agrupan según la tipología de estos objetivos (contenidos conceptuales, procedimentales, epistémicos y sobre la investigación en plantas).

En el cuestionario dirigido al profesorado se les hace valorar si el contenido general del taller es adecuado para bachillerato (también se pregunta específicamente por los distintos contenidos, pero las respuestas están recogidas en el apartado al que hacen referencia), a lo que las profesoras se han mostrado de acuerdo (3 sobre 4) y completamente de acuerdo (4 sobre 4). Por lo tanto, a grandes rasgos el contenido ha sido considerado adecuado.

Cabe tener en cuenta que se ha llevado a cabo en dos cursos distintos (1º y 2º de bachillerato) y que este factor también puede suponer diferencias en cuanto al logro de los objetivos de aprendizaje y la percepción de la adecuación de contenidos.

5. 2. 1. CONTENIDOS CONCEPTUALES

Para evaluar el grado de aprendizaje de distintos contenidos conceptuales, el cuestionario del alumnado incluye tres preguntas que hacen referencia a tres contenidos clave del taller (pregunta 5 del cuestionario pre y pregunta 7 del cuestionario post):

1. Qué es un organismo modelo
2. Qué capacidad tienen las plantas para defenderse frente a una infección
3. Como es la especificidad de la resistencia a las bacterias

Para evaluar la progresión de estas ideas en el alumnado debido a la participación en el taller, se les plantea una pregunta para cada idea que deben responder escogiendo una de cuatro opciones posibles.

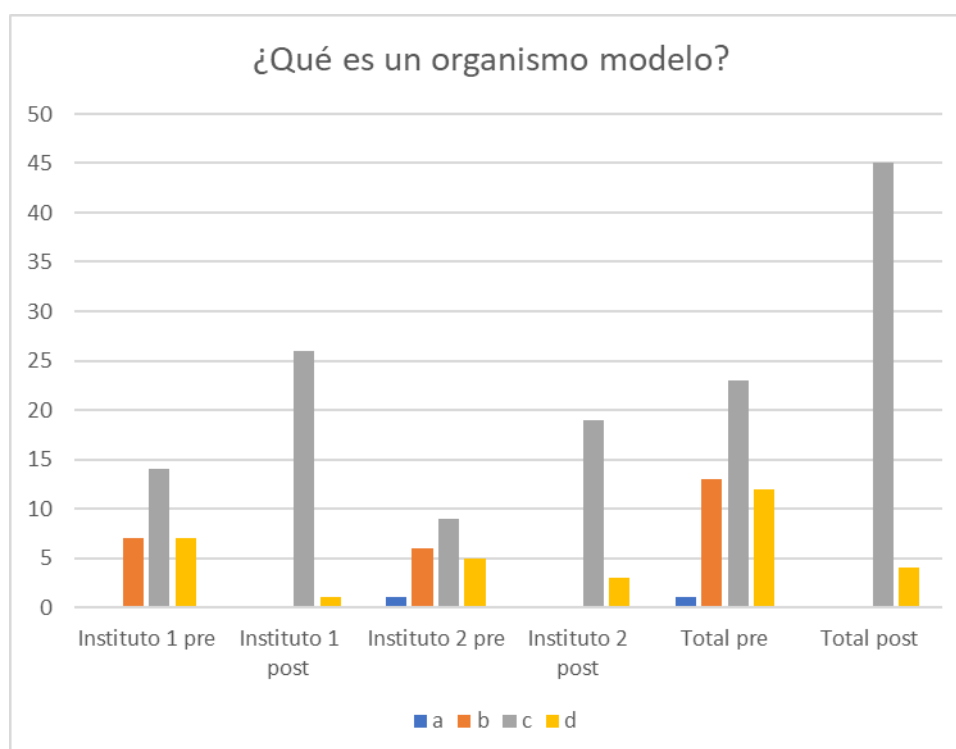


Gráfico 1 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el concepto “¿Qué es un organismo modelo?”

Para conocer la progresión de ideas en el concepto “que es un organismo modelo”, se les pide que escojan una definición de las cuatro posibles que se les plantean. La respuesta que mejor ajusta a lo que entendemos por “organismo modelo” es la respuesta “c”, coloreada en gris en la representación de los resultados (gráfico 1). Por lo que, aunque hay alumnos que antes de participar en el taller (pre), ya conocen este concepto existe una gran dispersión en las respuestas (en ambos institutos y en global) antes de participar en el taller. En cambio, una vez han participado en el taller, 45 del total de 49 alumnos aciertan la respuesta.

Para evaluar la progresión de la idea de la “capacidad que tienen las plantas para defenderse frente una infección” se les plantean cuatro situaciones distintas en las que hay convivencia entre plantas y bacterias y se les pregunta que señalen cuál de las cuatro situaciones podría ser real. La respuesta que mejor ajusta al modelo científico aceptado es la “d” coloreada en amarillo en el gráfico 2.

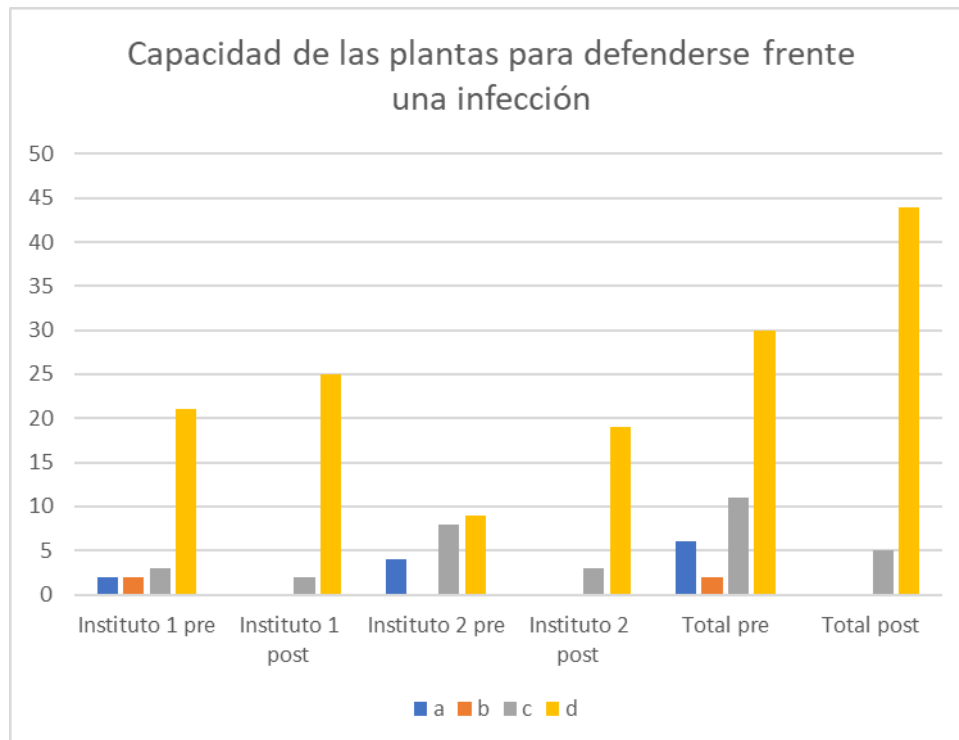


Gráfico 2 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el concepto “Capacidad de las plantas para defenderse frente una infección”

En este caso, al final del taller, 44 de los 49 alumnos participantes aciertan en el modelo científico que se les ha transmitido. Se debe tener en cuenta que, en este caso, ya en el cuestionario pre hay un gran porcentaje de aciertos sobre todo en el instituto 1, por lo que no todo el acierto se debe a la participación en el taller.

Finalmente, para conocer como entienden la especificidad entre las resistencias que pueden presentar las plantas, se les pregunta por qué no enferma una planta en contacto con una bacteria. En este caso, la respuesta que esperamos que los alumnos nos den al finalizar el taller es la “b”, coloreada en naranja en el gráfico 3.

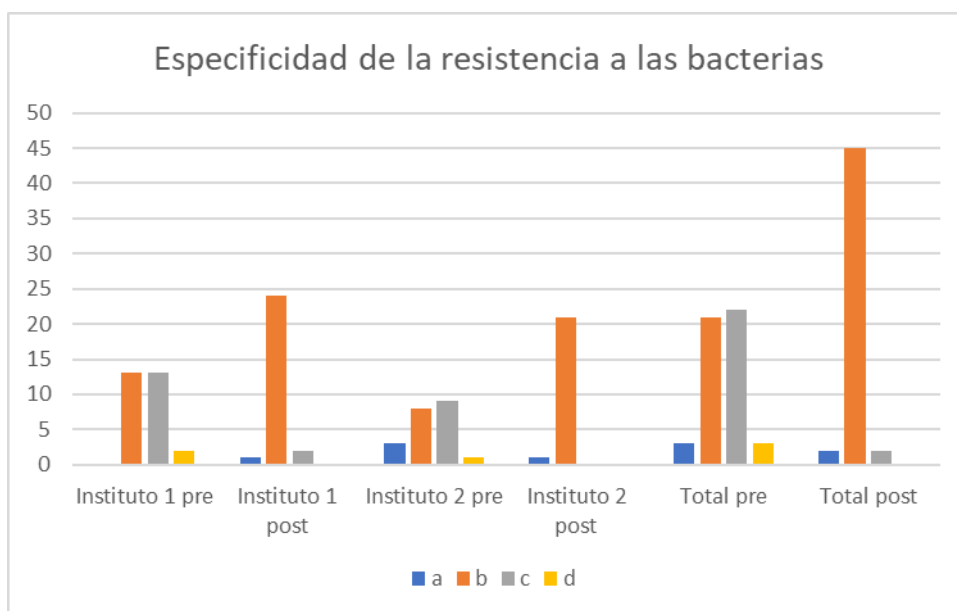


Gráfico 3 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el concepto “Especificidad de la resistencia a las bacterias”

De nuevo, hay un porcentaje muy elevado de acierto en el post total, ya que 45 de los 49 alumnos totales aciertan en el resultado. En este caso, además, sí que es destacable el incremento en el número de aciertos, ya que antes de participar en el taller el acierto es bajo y hay mucha dispersión.

Así, pues el logro en el aprendizaje de los contenidos conceptuales es muy satisfactorio con un porcentaje de acierto del 90 – 92% de los alumnos una vez estos han participado en el taller.

Por parte del profesorado, la percepción del grado de comprensión de los distintos conceptos que se trabajan a lo largo del taller se ha evaluado en el primer ítem del cuestionario, y la valoración es positiva ya que las profesoras de ambos institutos consideran que están de acuerdo (posición 3 sobre 4) en que el alumnado comprende los distintos conceptos que se trabajan a lo largo del taller (organismos modelo, resistencia a las bacterias...).

5. 2. 2 CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

La evaluación del logro en cuanto a los contenidos procedimentales se ha realizado únicamente a través del cuestionario post del profesorado.

La valoración ha sido entre positiva y muy positiva, ya que una profesora se ha manifestado completamente de acuerdo (4 sobre 4) y otra de acuerdo (3 sobre 4) en la afirmación de que “el alumnado se siente capaz de aplicar las técnicas que se trabajan y sabe utilizar el material (micropipetas, PCR...)”.

5. 2. 3. CONTENIDOS EPISTÉMICOS

La evaluación del logro de aprendizaje de los contenidos epistémicos se ha realizado a través de los cuestionarios pre y post al alumnado y del cuestionario post del profesorado.

Por lo que al alumnado se refiere se ha preguntado en torno a tres ideas relativas a “cómo se construyen los conocimientos científicos” y “cómo son los científicos”. Para hacerlo han tenido que manifestar su grado de acuerdo con tres afirmaciones distintas:

- Los conocimientos científicos se construyen gracias a descubrimientos de personas individuales.
- Para dedicarte a la investigación tienes que ser muy inteligente
- La investigación científica requiere del debate y de la argumentación

Los resultados obtenidos se recogen por institutos y en total en los gráficos 4, 5 y 6.

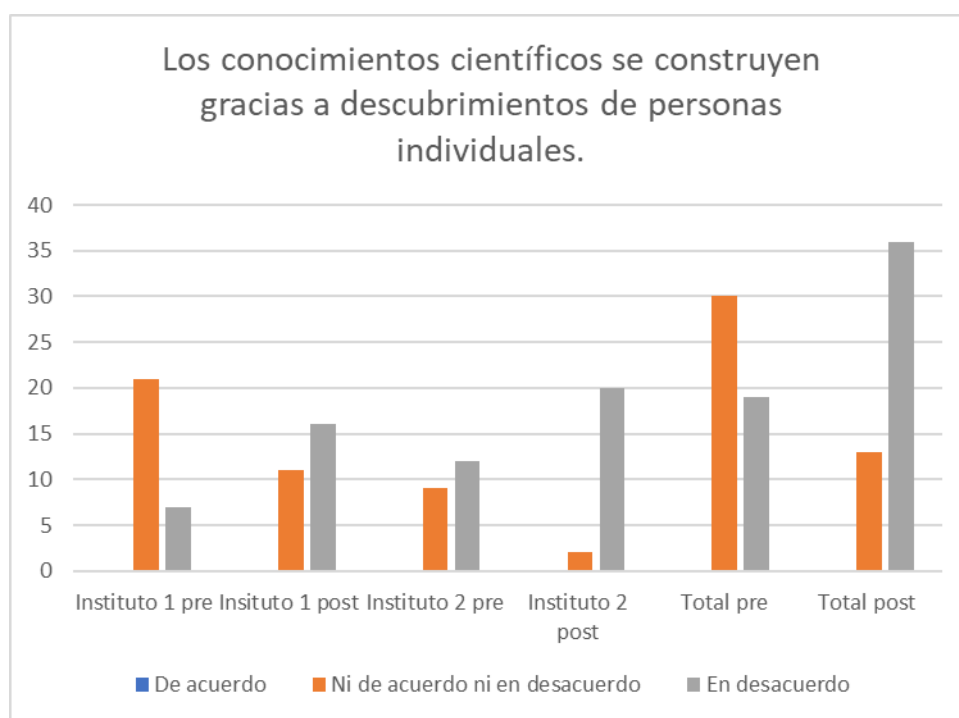


Gráfico 4 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el grado de acuerdo con la afirmación “Los conocimientos científicos se construyen gracias a descubrimientos de personas individuales”.

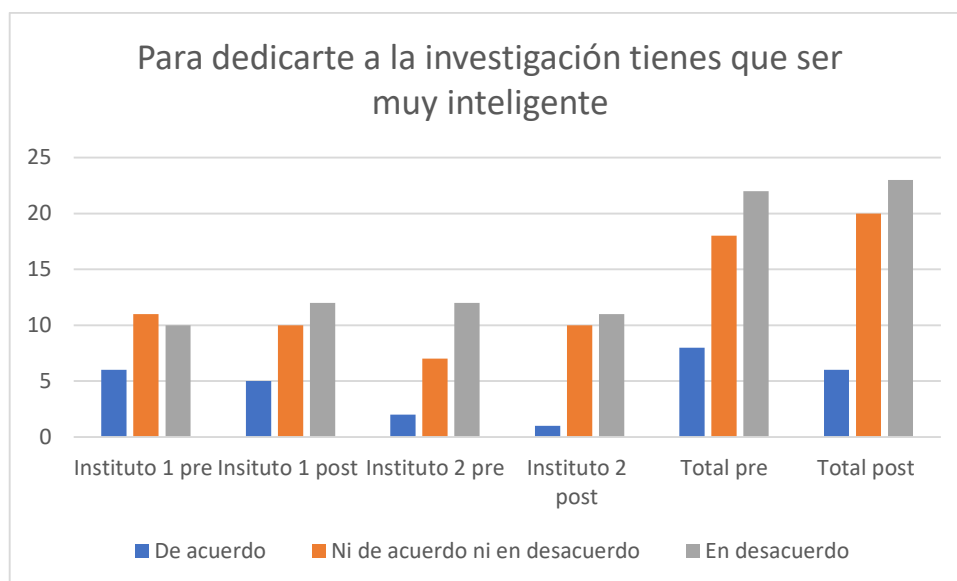


Gráfico 5 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el grado de acuerdo con la afirmación “Para dedicarte a la investigación tienes que ser muy inteligente”.



Gráfico 6 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el grado de acuerdo con la afirmación “La investigación científica requiere del debate y de la argumentación.”

Se debe tener en cuenta que el primer y tercer ítem hacen referencia a “cómo se construye la ciencia” y el segundo ítem a “como son los científicos”.

Por lo que a “como se construye la ciencia” se refiere, el alumnado manifiesta tener una idea bastante clara ya en el cuestionario pre, y ningún alumno se muestra a favor de que

la ciencia se base en descubrimientos individuales. Hay bastante consenso en que la investigación científica requiere del debate y de la argumentación. Es decir, el alumnado ya se posiciona de acuerdo con los mensajes que transmitía el taller en torno a “cómo se construye la ciencia”. A pesar de esto, sí que se detecta un incremento del posicionamiento en contra (que en el cuestionario pre no estaban ni de acuerdo ni en desacuerdo) en que la ciencia depende de descubrimientos individuales. Por tanto, el impacto ha sido positivo.

Por otro lado, en el ítem que en que se pregunta en torno “como son los científicos”, existe mucha dispersión en las respuestas y muy pocos alumnos cambian su posición, aunque los pocos que lo hacen, se ajustan a la idea que quiere transmitir el taller: para dedicarse a la investigación no hace falta ser muy inteligente. Tal como remarcan investigaciones sobre el posicionamiento STEM (ASPIRES, 2013) el cambio de opinión del alumnado a partir de los 14 años en estas cuestiones es complicado con una única experiencia puntual. Sin embargo, se cree que el hecho de que en futuras ediciones el alumnado vaya presencialmente al CRAG y tenga contacto directo con los científicos puede tener un impacto positivo en este sentido.

Así pues, el impacto en este ámbito está encaminado en la dirección deseada, aunque en algunos aspectos sería deseable que fuese mayor.

En consonancia a los resultados obtenidos en el cuestionario del alumnado, las profesoras a las que se ha preguntado sobre el grado de acuerdo en la contribución del taller a que el alumnado entienda como se construye la ciencia, ambas se manifiestan de acuerdo (posición 3 sobre 4) con el ítem.

5. 2. 4. SOBRE LA INVESTIGACIÓN EN PLANTAS

Como ya se ha mencionado en el informe, este taller también tiene como objetivo dar a conocer la importancia de la investigación en plantas y el trabajo que se lleva a cabo en el CRAG. Por este motivo también se ha preguntado al alumnado (antes y después de participar en el taller) y profesorado sobre esta cuestión.

Cuando al alumnado se le pregunta el grado de acuerdo que tiene con la afirmación “la investigación en plantas es útil para nuestra vida cotidiana”, tal y cómo se muestra en el gráfico 7 inicialmente están mayoritariamente de acuerdo, aunque existe un grupo relevante (sobre todo en el instituto 2) que manifiesta no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo. Cuando el alumnado ya ha participado en el taller, entonces sí que el grupo más grande es el que se muestra a favor. Así pues, la participación en el taller favorece que el alumnado conozca la utilidad que tiene la investigación en agrigenómica en nuestra vida cotidiana.

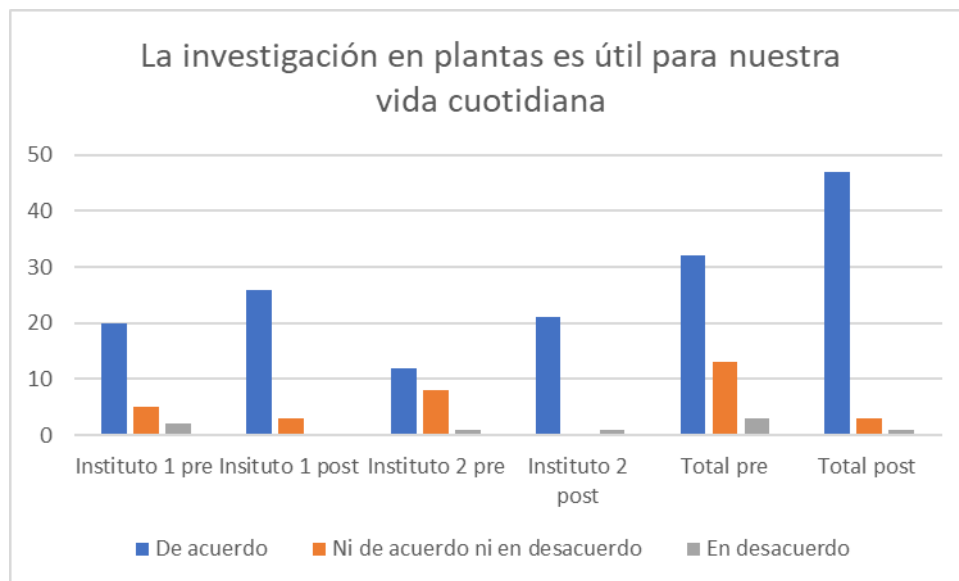


Gráfico 7 – Comparación pre – post en cada instituto y en total para el grado de acuerdo con la afirmación “La investigación en plantas es útil para nuestra vida cotidiana”.

A pesar de que inicialmente algunos alumnos no tengan claro el impacto que tiene la investigación en plantas en su vida cotidiana, a todos ellos a excepción de 1 alumno (n=48) les parece importante que se financie la investigación en plantas. Además, una vez finalizado el taller, el 100% del alumnado se muestra a favor de que se financie la investigación en plantas.

Debido a que los alumnos consideran desde el inicio que la financiación de la investigación en plantas es importante, no se observa impacto en este ítem, pero sí que se observan modificaciones en los motivos por los que consideran importantes dicha financiación tal y como se recoge en los gráficos 8 y 9.

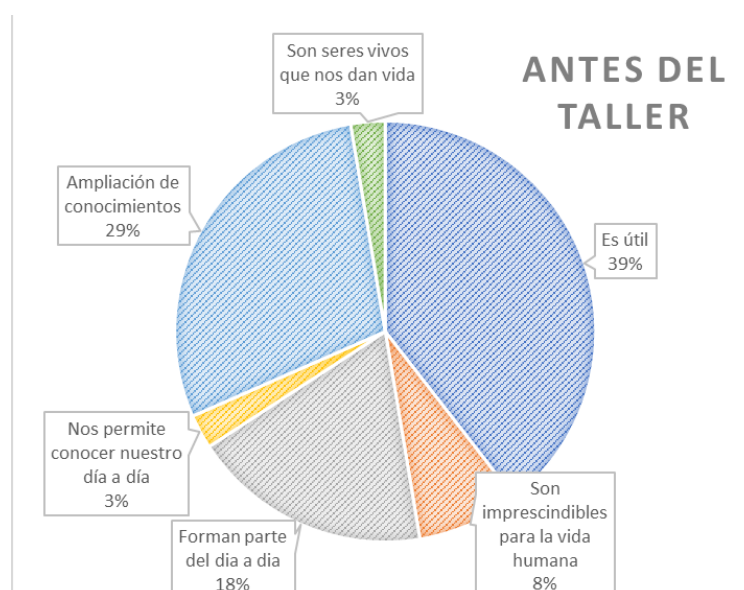


Gráfico 8 – Motivos por los que se debe financiar la investigación en plantas según el alumnado antes de participar en el taller.

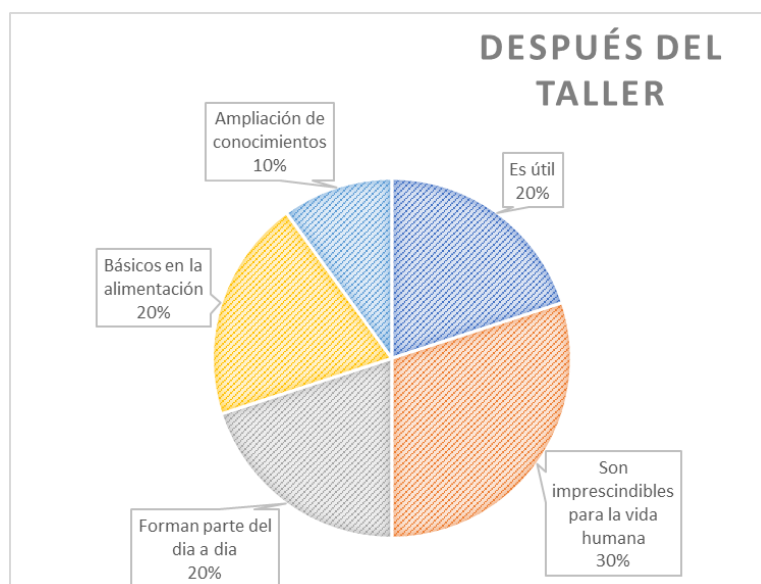


Gráfico 9 – Motivos por los que se debe financiar la investigación en plantas según el alumnado después de participar en el taller.

Tal y como se puede ver en los gráficos anteriores, los motivos se modifican tomando especial relevancia que el alumnado percibe que es necesario investigar en plantas porque las plantas y su subsistencia son básicas para la vida y la alimentación humana. Pierde importancia el hecho de ampliar conocimientos que podría relacionarse con la investigación más básica en vez de la aplicada (la investigación presentada en el taller es de tipo aplicado). Estos cambios en la argumentación encajan con el hecho de que el alumnado tome consciencia de cuanto nos beneficia la investigación en plantas en nuestro día a día y en nuestro quehacer cotidiano.

En el caso del profesorado, se manifiestan de acuerdo (3 sobre 4) y totalmente de acuerdo (4 sobre 4) en el hecho de que el taller permite que el alumnado comprenda el trabajo que se realiza en el CRAG.

Por todos estos resultados se considera también que los alumnos y las alumnas que participan en el taller logran unos buenos conocimientos sobre “que es la investigación en plantas y qué finalidades tiene”.

5. 3. PROPUESTA DE MEJORA

Los resultados obtenidos de los cuestionarios muestran un buen logro de los objetivos planteados en el taller.

El hecho de que el taller se lleve a cabo en el CRAG (tal y como está previsto) puede suponer una mejora en cuanto a que haya un mayor impacto, en la imagen que tienen los alumnos (más realista) de los equipos de investigación. Por tanto, se considera que este cambio podría suponer una mejora en estos resultados.

Tal y como ya se ha recogido en el informe esta modificación formaba parte del diseño original del taller, pero no se ha podido implementar así por la llegada de la COVID al territorio.

6. EVALUACIÓN DE LA PRACTICIDAD

La evaluación de la practicidad supone valorar el grado de interés y utilidad de la actividad para el alumnado y profesorado.

6.1. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta evaluación se han utilizado dos cuestionarios a los que se hace referencia en el apartado anterior (evaluación de la eficacia – nivel 2) dirigidos al alumnado y al profesorado participante y que recogen los anexos [I](#) y [II](#) de este informe.

Para evaluar la practicidad se han tenido en cuenta el interés por la investigación suscitado a raíz del taller, el grado de satisfacción expresado por el alumnado, el grado de capacidad percibido para desarrollar el taller y la opinión del profesorado en cuanto a puntos fuertes y débiles del taller.

6.2. PRINCIPALES RESULTADOS

Para evaluar el grado de interés suscitado en el campo de la investigación se ha preguntado al alumnado antes y después de participar en el taller si se han planteado alguna vez dedicarse a la investigación y si se sienten capacitados para ello.

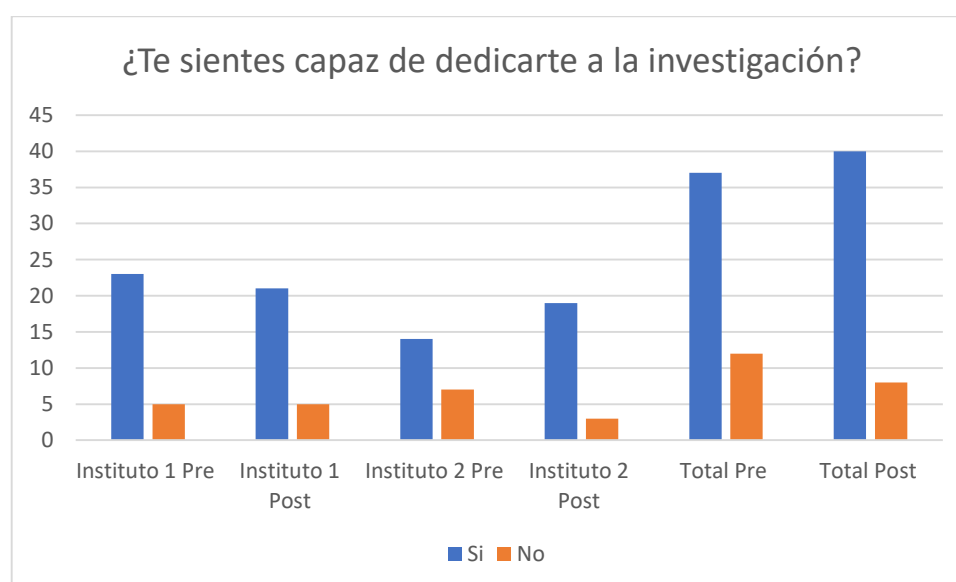


Gráfico 10 – Comparación pre – post de cada instituto y en total de la capacidad que sienten los alumnos de dedicarse a la investigación.

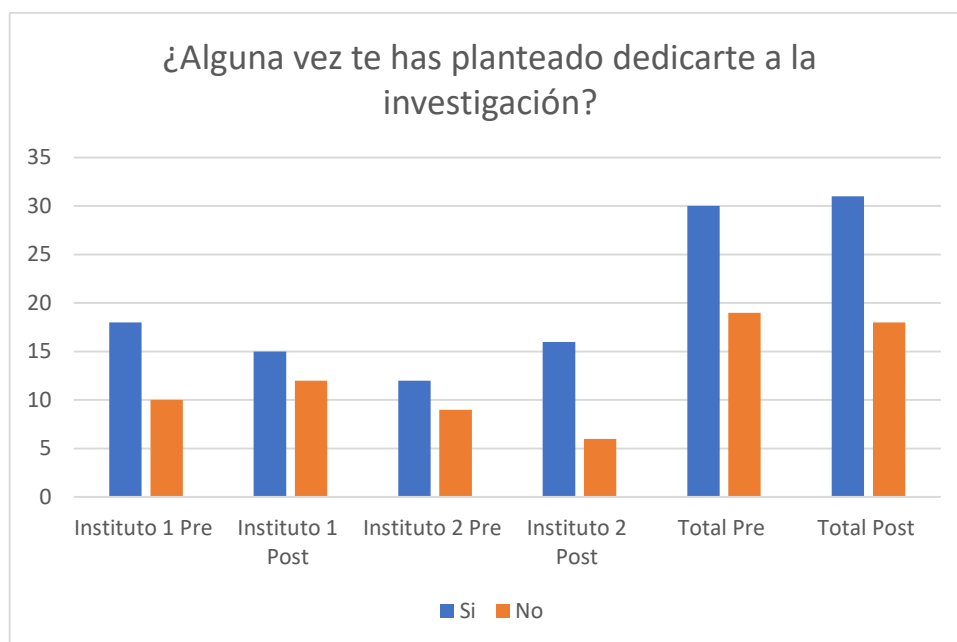


Gráfico 11 – Comparación pre – post de cada instituto y en total del interés que sienten los alumnos de dedicarse a la investigación.

Si nos fijamos en los resultados totales (similares a los del instituto 2), los resultados obtenidos son positivos ya que se detecta un incremento en el porcentaje de alumnos que se siente interesado y capacitado en la investigación.

No pasa lo mismo en el instituto 1, en que la muestra pre es superior al número de alumnos post (contestaron más alumnos al cuestionario de ideas previas de los que finalmente participaron del taller) y desciende el número de alumnos que se siente capaz de hacer investigación (aunque se mantienen los que no se sienten capaces) y desciende el número de alumnos con interés en la investigación y aumenta el alumnado que no haría investigación. Estos resultados son difíciles de analizar debido a que la muestra no se mantiene, pero es evidente que algún alumno se ha desanimado al realizar el taller. Estos resultados se analizan en las propuestas de mejora teniendo en cuenta otros valores recogidos y detallados en este mismo apartado.

A pesar de esta información recogida en el cuestionario dirigido al alumnado, el profesorado se muestra de acuerdo (3 sobre 4) o totalmente de acuerdo (4 sobre 4) en qué el taller promueve el interés por la investigación.

Al pedir a los alumnos que valoren del 1 al 10 como se lo han pasado en el taller, la nota media en el Instituto 1 es de 8,48 con una desviación de 0,88 puntos y en el instituto 2 la media ha sido de 7,82 con una desviación de 0,65 puntos. El gráfico 12 recoge el detalle de la valoración.

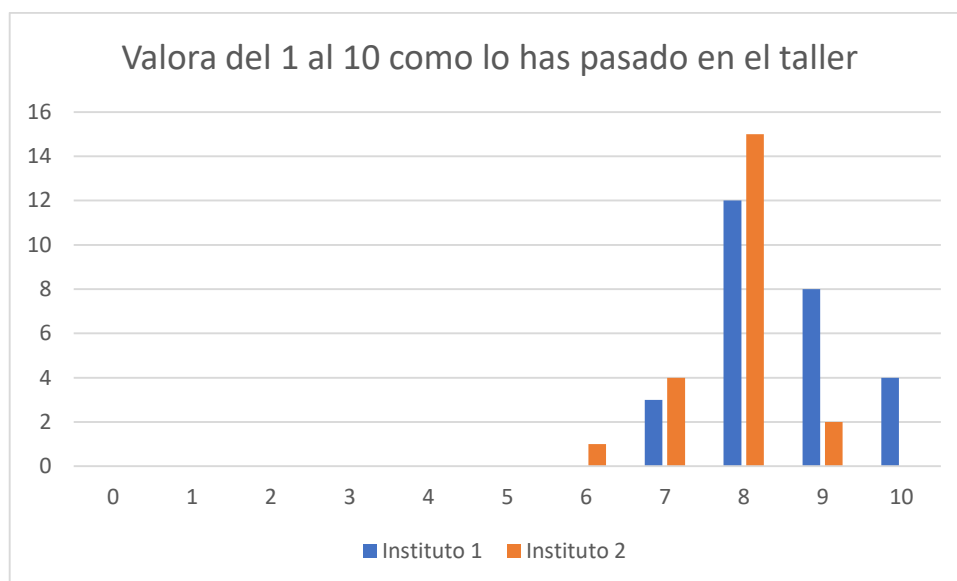


Gráfico 12 – Valoración de cómo el alumnado lo ha pasado en el taller. Teniendo en cuenta que 0 es nada bien y 10 muy bien.

Al hacer el mismo ejercicio que en la pregunta anterior pero relativo al grado de capacidad que han sentido para hacer lo que se les pedía el taller ha sido puntuado con una media de 7,5 para el Instituto 1 y una desviación estándar de 1,69 puntos mientras que el Instituto dos ha puntuado con una media de 7,73 y una desviación estándar 1,35. Cabe recordar que los alumnos del Instituto 1 son de 1º de bachillerato mientras que los del Instituto 2 son de 2º, por lo que los resultados obtenidos encajan con lo previsto. En el gráfico 13 se recoge el detalle de las puntuaciones otorgadas por los alumnos.

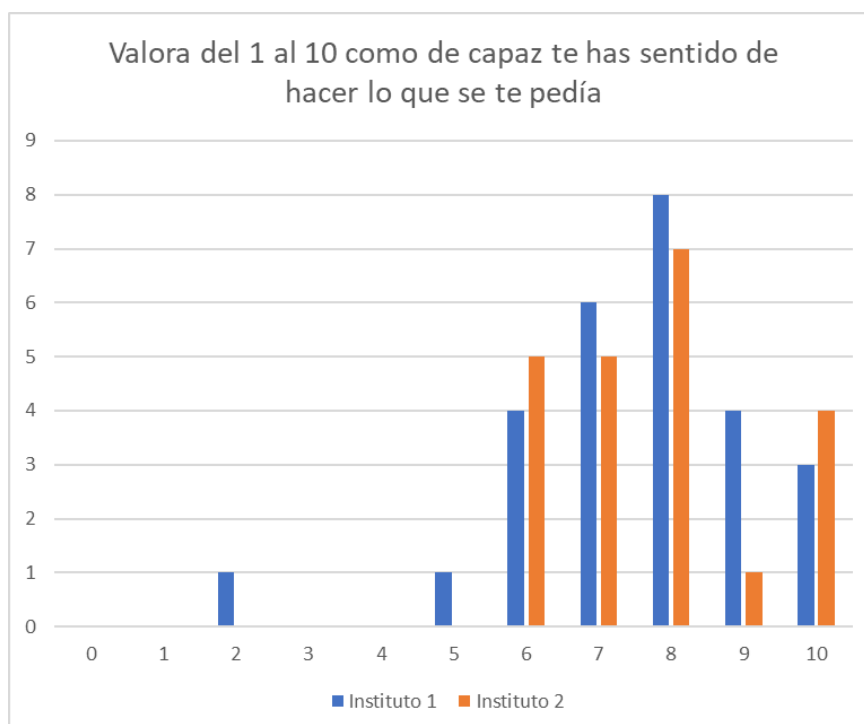


Gráfico 13 – Valoración del grado de capacidad percibido por el alumnado al participar del taller, teniendo en cuenta que 0 es nada capaz y 10 es totalmente capaz.

Las valoraciones del profesorado han aportado poca información por lo que a la practicidad se refiere, ya que no se han hecho propuestas de mejoras y solamente una profesora ha contestado a la pregunta 2 en que se destacan los aspectos más valorados del taller.

La profesora que ha contestado a la pregunta 2, ha destacado como elementos más positivos del taller:

- La temática del taller con aplicación real: enfermedades de productos vegetales destinados al consumo humano.
- Uso de aparatos y técnicas no disponibles en el instituto: micropipetas, geles, termocicladores...)
- Conocer la actividad que se lleva a cabo en un centro de investigación.

6. 3. PROPUESTA DE MEJORA

La evaluación de la practicidad del taller ha sido buena en general y en el instituto 2. Tal y como se ha dicho, el alumnado del instituto 2 tenía el nivel previsto para desarrollar el taller.

En el caso del Instituto 1 el análisis es más complejo ya que, aunque el taller no ha sido mal valorado por el alumnado (consideran en general que se lo han pasado bien y se han sentido capaces de hacer lo que se les pedía), sí que se ha detectado casos en que los alumnos no se han sentido capaces de hacer lo que se les pedía (hay un alumno que ha marcado un 2 y otro un 5). Sería lógico pensar que estos alumnos son los que se han desanimado ante la actividad investigadora y no se sienten capaces de hacer investigación en un futuro, pero como los cuestionarios no llevan ningún código identificativo no es posible confirmar este hecho.

En relación con esta observación, de nuevo, el taller ha sufrido modificaciones impuestas por la COVID que han supuesto cierto perjuicio para el correcto desarrollo del taller, ya que se considera que el nivel adecuado para llevar a cabo el taller es a finales de 1º de bachillerato tal y como estaba previsto. Así pues, estos resultados confirman la adecuación del taller al nivel previsto que no es el mismo que el implementado en el instituto 1.

Las evaluaciones de los talleres “Plantas Mutantes” (para alumnos de primaria) muestran que el alumnado percibe como algo muy positivo poder visitar las instalaciones del CRAG y conocer a los investigadores e investigadoras de primera mano. Es por ello, que creemos que poder hacer los talleres en el CRAG en el futuro (con la posibilidad de ver los laboratorios, invernaderos, etc.) y hablar informalmente con los estudiantes de máster y doctorado, puede mejorar por sí solo, los resultados de practicidad presentados en este punto.

7. EVALUACIÓN DE LA VALIDEZ

En este punto del informe se han recogido los resultados de la evaluación del grado de consistencia entre los objetivos y el diseño del taller.

7.1. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta evaluación se ha hecho un análisis crítico de la estructura del taller, presentación (incluida en el [anexo III](#)) y dossier del alumnado (incluido en el [anexo IV](#)).

7.2. PRINCIPALES RESULTADOS I PROPUESTAS DE MEJORA

7.2.1 Estructura del taller

En la estructura del taller se ha detectado la necesidad de realizar las modificaciones propuestas en la evaluación de la eficacia de nivel 1. Además, si se analiza la estructura del taller desde un punto de vista de la validez, se pueden incorporar algunos elementos de reflexión como al trabajar con el gel de agarosa: ¿por qué hay unas bandas que corren (o no) más que otras?

7.2.2 Presentación

La presentación que se adjunta en el Anexo 3, es la presentación resultante de las modificaciones propuestas en la implementación del taller.

Tal y como se recoge en el apartado 4.2 de este informe, se modificó la estructura del taller para adaptarla a las necesidades de aprendizaje de los alumnos y esto supuso también cambios en la estructura de la presentación.

Además, las imágenes de coles afectadas por la infección se avanzaron respecto a lo que estaba previsto en la presentación inicial para permitir que los alumnos visualizaran el problema “real” que se estaba tratando durante todo el taller desde el inicio.

También se han añadido imágenes de micropipetas para facilitar la comprensión del funcionamiento de estas, ya que se detectaron algunas dificultades en la primera implementación del piloto.

7.2.3 Dossier

Las modificaciones que se recogen en este apartado surgen del análisis del dossier durante la implementación del taller y la revisión de este a posteriori:

- En el dossier del alumnado se hace referencia en diversas ocasiones a la especie del organismo modelo y esta está escrita en minúscula y sin cursiva (*arabidopsis*). Sería conveniente utilizar la misma forma en todos los documentos, o bien el nombre científico “*Arabidopsis thaliana*” o el vulgar “arabidopsis” (Pregunta 1b, 1c y 2a del dossier).

- Debido a que durante todo el taller nos referimos a las distintas variedades de *Arabidopsis* como A y B, en el dossier se debería también hacer referencia en esta forma en vez de variedad 1 y 2 (pregunta 2a del dossier).
- Al realizar el taller, tiene más sentido contestar primero la pregunta 4d y después la 4c, por ello tendría sentido que estuvieran intercambiadas en el orden.
- La pregunta 4e no se puede contestar en el espacio disponible en el dossier, ya que se debe representar (o pegar) los resultados que se observan del gel de agarosa. Por este motivo sería necesario que se destinara más espacio del dossier a esta pregunta.

8. CONCLUSIONES

Tal y como se recoge en la presentación del taller de este mismo informe, el diseño, las pruebas experimentales y la implementación del propio taller se han visto gravemente afectadas por la llegada de la COVID al territorio. A pesar de ello, se ha podido encontrar el formato para pilotar una versión muy parecida a la idea prevista en la solicitud de la FECYT.

La evaluación del pilotaje también se ha podido desarrollar según lo previsto pese a las múltiples modificaciones que ha sufrido el taller y, en consecuencia, dicha evaluación. Los resultados de este proceso para medir la calidad y el impacto del pilotaje muestran que el taller se adecua, en general, a los objetivos y metas establecidos. Aun así, se pone de manifiesto que existen aspectos del taller que pueden mejorar y se han sugerido distintas propuestas, recogidas en los apartados 4.3, 5.3, 6.3 y 7.2.

Del conjunto de recomendaciones presentadas, se debe tener en cuenta que algunas (del apartado 4.3 y 7.2.2) ya fueron implementadas en el segundo pilotaje de manera exitosa y otras han sido imposiciones de la pandemia, que ya se intuía que suponían un perjuicio para el desarrollo satisfactorio del taller. Este último grupo, incluye las propuestas de los apartados 5.3 y 6.3 y será necesario revisar si se solucionan los problemas de eficacia de nivel 2 y practicidad al llevar a cabo el taller en el CRAG y en el período previsto (finales de 1º de Bachillerato).

Así pues, las modificaciones más relevantes a tener en cuenta en las condiciones actuales son las recogidas en el apartado 4.3 y 7.2.

Cabe destacar que el grado de satisfacción general manifestado por el profesorado y el alumnado con la participación del taller es elevado y que así se recoge en el informe y cuestionarios.

Se deberá esperar a que las condiciones sanitarias permitan el desarrollo del taller en el CRAG para volver a evaluar el desarrollo y la implementación del taller en estas nuevas condiciones y establecer así un protocolo definitivo.

BIBLIOGRAFIA

- Archer, L., Osborne, J., DeWitt, J., Dillon, J., Wong, B., & Willis, B. (2013). ASPIRES: Young people's science and career aspirations, age 10–14. London: King's College, 11, 119-132.
- Committee on Successful Out-of-School STEM Learning, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council (2015). Identifying and Supporting Productive STEM Programs in Out-of-School Settings. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristan, J.A. (Coords)(2020) Enseñando ciencia con ciencia. FECYT & Fundación Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Couso, D., Simarro, C., Perelló, J.; & Bonhoure, I. (2017). 10 Ideas to include the RRI perspective in STEM education. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1303805>
- Easterby-Smith, M., (1994) Evaluation of Management, Development, Education, and Training. Gower.
- European Comision (2015). Horizon2020: Responsible Research & innovation. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>
- European Comission. (2013). *Science for Environment Policy IN-DEPTH REPORT: Environmental Citizen Science* (University of the West of England (UWE) (ed.); Issue 9).
- Hernández, M. I. & Couso, D. (2016). Comunicando ciencia en talleres experimentales para estudiantes de educación primaria y secundaria: Aportaciones de la didáctica de las ciencias experimentales al diseño, implementación y evaluación de talleres de comunicación científica. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Varios autores (2016). *Sketching científic CRAG*. DL: B21823-2016
- OCDE. (2020). *PISA 2024 Strategic Vision and Direction for Science* (Issue March).

ANEXO I – CUESTIONARIOS PARA EL ALUMNADO

La DefeNsA de les plantes – Qüestionari inicial

1. Assenyala amb una creu si estàs d'acord o no amb les afirmacions següents:

	Estic en desacord	No estic ni d'acord ni desacord	Estic d'acord
Els coneixements científics es construeixen gràcies a descobriments de persones individuals			
Per a dedicar-te a la recerca has de ser molt intel·ligent			
La recerca en plantes és útil per la nostra vida quotidiana			
La recerca científica requereix el debat i l'argumentació			

2. Et sents capaç de dedicar-te a la recerca? ☐ Sí ☐ No

3. Alguna vegada has pensat dedicar-te a la recerca? ☐ Sí ☐ No

4. Et sembla important finançar la recerca en plantes? ☐ Sí ☐ No

Perquè? _____

5. Escull la opció que millor descrigui el que penses (**una sola opció** per cadascuna de les tres preguntes).

Segueix darrere.

Què és un organisme model?	<ul style="list-style-type: none"> a. Una espècie en què els experiments sempre donen els resultats esperats i per aquest motiu s'usa molt als laboratoris b. Un organisme d'una determinada espècie que es troba en un estat de desenvolupament òptim per a què s'hi pugui fer una investigació. c. Una espècie molt estudiada que es fa servir per a entendre el funcionament de d'altres espècies similars. d. Un organisme que conté les característiques més representatives de la seva espècie i per aquest motiu es fa servir per a l'experimentació.
Les plantes...	<ul style="list-style-type: none"> a. ...conviuen amb microorganismes (virus, bacteris i fongs) amb els que no interaccionen. b. ...poden infectar-se per microorganismes (virus, bacteris i fongs) però en cap cas responen per a defensar-se. c. ...poden infectar-se per microorganismes (virus, bacteris i fongs) i poden respondre de manera local a la infecció per a permetre que la cèl·lula infectada sobrevisqui. d. ...poden infectar-se per microorganismes (virus, bacteris i fongs) i poden respondre de manera local a la infecció amb la finalitat de que la planta sencera sobrevisqui.
Una planta que no "es posa malalta" quan conviu amb un bacteri patogen...	<ul style="list-style-type: none"> a. ...és perquè pertany a una espècie vegetal que és resistent als bacteris. b. ...és una característica que pot o no ser compartida amb la resta d'organismes de la seva espècie però no ens permet preveure si serà resistent o no a una altra espècie de bacteris diferent c. ...és característic de tots els individus d'aquella espècie però no ens permet preveure si serà resistent o no a una altra espècie de bacteris diferents. d. ...és perquè els bacteris no poden provocar infeccions en plantes.

La DefeNsA de les plantes – Qüestionari final

1. Assenyala amb una creu si estàs d'acord o no amb les afirmacions següents:

	Estic en desacord	No estic ni d'acord ni desacord	Estic d'acord
Els coneixements científics es construeixen gràcies a descobriments de persones individuals			
Per a dedicar-te a la recerca has de ser molt intel·ligent			
La recerca en plantes és útil per la nostra vida quotidiana			
La recerca científica requereix el debat i l'argumentació			

2. Et sents capaç de fer recerca? ☐ Sí ☐ No

3. Alguna vegada has pensat dedicar-te a la recerca? ☐ Sí ☐ No

4. Et sembla important finançar la recerca en plantes? ☐ Sí ☐ No

Perquè? _____

5. Valora de l'1 al 10 com t'ho has passat al taller

Gens bé 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Molt bé

6. Valora de l'1 al 10 com t'has sentit de capaç per fer el què et demanaven

Gens capaç 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Totalment capaç

7. Ara que has fet el taller...

<p>Què és un organisme model?</p> <p><i>Segueix darrere.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> e. Una espècie en què els experiments sempre donen els resultats esperats i per aquest motiu s'usa molt als laboratoris f. Un organisme d'una determinada espècie que es troba en un estat de desenvolupament òptim per a què s'hi pugui fer una investigació. g. Una espècie molt estudiada que es fa servir per a entendre el funcionament de d'altres espècies similars. h. Un organisme que conté les característiques més representatives de la seva espècie i per aquest motiu es fa servir per a l'experimentació.
<p>Les plantes...</p>	<ul style="list-style-type: none"> e. ...conviuen amb microorganismes (virus, bacteris i fongs) amb els que no interaccionen. f. ...poden infectar-se per microorganismes (virus, bacteris i fongs) però en cap cas responen per a defensar-se. g. ...poden infectar-se per microorganismes (virus, bacteris i fongs) i poden respondre de manera local a la infecció per a permetre que la cèl·lula infectada sobrevisqui. h. ...poden infectar-se per microorganismes (virus, bacteris i fongs) i poden respondre de manera local a la infecció amb la finalitat de que la planta sencera sobrevisqui.
<p>Una planta que no "es posa malalta" quan conviu amb un bacteri patògen...</p>	<ul style="list-style-type: none"> e. ...és perquè pertany a una espècie vegetal que és resistent als bacteris. f. ...és una característica que pot o no ser compartida amb la resta d'organismes de la seva espècie però no ens permet preveure si serà resistent o no a una altra espècie de bacteris diferent g. ...és característic de tots els individus d'aquella espècie però no ens permet preveure si serà resistent o no a una altra espècie de bacteris diferents. h. ...és perquè els bacteris no poden provocar infeccions en plantes.

8. Ens vols deixar algun comentari?

ANEXO II – CUESTIONARIO PARA EL PROFESORADO

En relació al taller “La DefeNsA de las plantes” en el que vas participar aquest novembre...

1. ...quin és el teu grau d'acord amb les afirmacions següents?

	Completament en desacord	En desacord	D'acord	Completament d'acord
En general, l'alumnat comprèn els diferents conceptes que es treballen al llarg del taller (organismes model, resistència als bacteris...)				
En general, l'alumnat se sent capaç d'aplicar les tècniques que es treballen i sap fer servir el material (micropipetes, PCR, fer córrer els gels d'agarosa...)				
En general, l'alumnat sap com es fa ciència (argumentant en grup, a partir de coneixements previs...)				
El contingut és adequat per alumnes de batxillerat.				
El taller promou l'interès per la recerca				
El taller permet que l'alumnat entengui què es fa al CRAG.				

2. ...què destacaries del taller? (seleccionar màx. 3 opcions)

- ☐ La temàtica del taller amb aplicació real: Malalties de productes vegetals destinats al consum humà
- ☐ L'ús d'aparells i tècniques no disponibles als instituts (micropipetes, gels, termocicladors...)
- ☐ Dinàmiques de treball en grup i de manera col·laborativa: L'explicació final es construeix amb l'aportació de tots els grups.
- ☐ Conèixer a persones que es dediquen a la recerca.
- ☐ Conèixer l'activitat que es porta a terme en un centre de recerca.
- ☐ Estructura del taller: repte, hipòtesis, experimentació...
- ☐ Altres: _____

3. Quina/es millora/es faries al taller?

ANEXO III – PRESENTACIÓN DE SOPORTE (POWER POINT)



Taller “La DefeNsA de les plantes”



Membres del Consorci CRAG:



PART 1. EL PROBLEMA



Coneixem la Núria Sánchez Coll i en Marc Valls

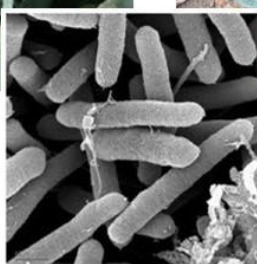


Què pot estar passant als camps de cols?

Varietat A



Varietat B



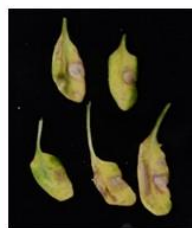
PART 2. OBSERVEM LES PLANTES

Fulles d'*Arabidopsis thaliana* uns dies després d'inocular el bacteri/medi

Varietat A

Varietat B

Bacteris



Medi



Què pot estar passant als camps de cols?

El **genoma** de les dues varietats de cols és diferent?

2 grups de taula

En les lesions de la varietat A hi ha **més o menys bacteris** que en una mateixa àrea de fulla de la planta esgrogueïda?

2 grups de taula

Què pot estar passant als camps de cols?

Grups plantes

→ comparar els genomes de les dues varietats, A i B

PCR de gens de resistència de les plantes

Grups bacteris

→ quantificar bacteris i comparar entre les dues varietats, A i B

PCR de gen del bacteri en la fulla de les dues plantes

PCR

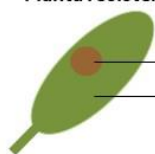
Reacció en Cadena de la Polimerasa
Polymerase Chain Reaction

<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/2347-what-is-pcr>

1. Extracció d'ADN de les mostres

Grup bacteris: 3 mostres (X, Y i Z)

Planta resistent (A)



→ **Mostra X** = a dins de la lesió

→ **Mostra Y** = a fora de la lesió

Planta sensible (B)



→ **Mostra Z** = de qualsevol part de la fulla,
ja que es tot igual

Grup plantes: 2 mostres, varietat A i B



→ 200 µL tampó d'extracció a cada mostra

→ Triturar el material

PART 4. PROVEM LES NOSTRES HIPÒTESIS

Ús de la micropipeta: 2 micropipetes per grup

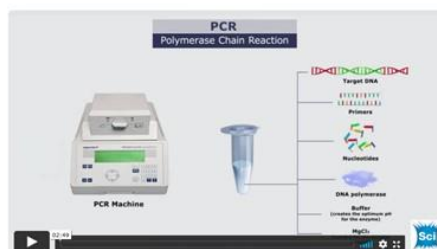
→ 1.000.000 μl = 1 L



La punta groga es posa i es treu sense tocar-la amb les mans!

PART 4. PROVEM LES NOSTRES HIPÒTESIS

2. PCR



Grup bacteris: tubs X, Y i Z

Grup plantes: miren 3 gens diferents en les varietats A i B per comparar els genotips: tubs A1, A2, A3 i B1, B2 i B3 (varietat A gen 1, varietat A gen 2, ...)

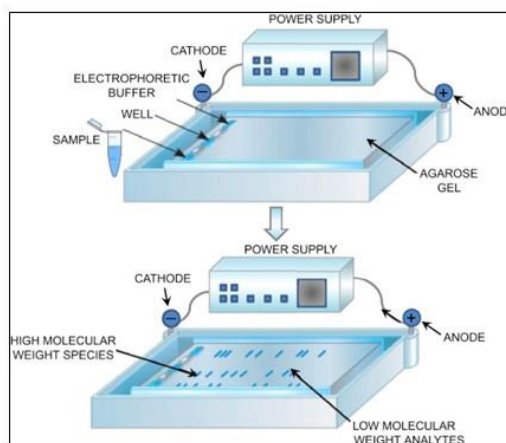


Tampó(10X)-----	5 μL			
Nucleòtids (10mM)-----	2 μL			
Taq DNA polimerasa (10U/ μL)-----	0,1 μL			
Aigua-----	36,9 μL			
Primer (sentido) (10 μM)-----	2 μL	→	Ja al mateix tub. Al laboratori es diu "Mix")	→ 44 μL
Primer (anti-sentido) (10 μM)-----	2 μL	→	Ja al mateix tub. Es diu "Mix Primers")	→ 4 μL
Mostra (ADN)-----	2 μL	→		→ 2 μL
Volum total de reacció-----	50 μL			50 μL

Posar en cada tub de PCR:

Electroforesi d'ADN

1. Fem un **gel d'agarosa** (com una malla gelatinosa) + intercalant fluorescent (molècula que s'enganxa al ADN i podem veure sota llum UV)
2. **Carreguem** als pouets les mostres amb l'**ADN** i un colorant blau dens que fa que la mostra baixi
3. Carreguem els "**marcadors de pes molecular**": fragments de ADN de pes conegut
4. Apliquem una corrent elèctrica
5. Les molècules de ADN (amb càrrega negativa) es mouran cap al pol positiu: Les més petites aniran més ràpid
6. Visualitzem el resultat amb llum UV



Protocol experimental

1. Extracció d'ADN de les mostres



2. PCR



3. Electroforesi en gel d'agarosa



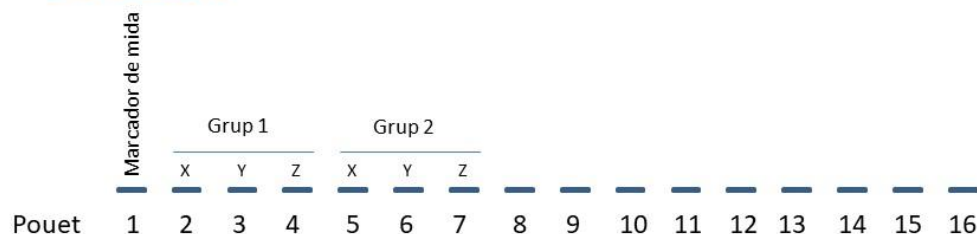
4. Anàlisi del resultat

PART 4. PROVEM LES NOSTRES HIPÒTESIS

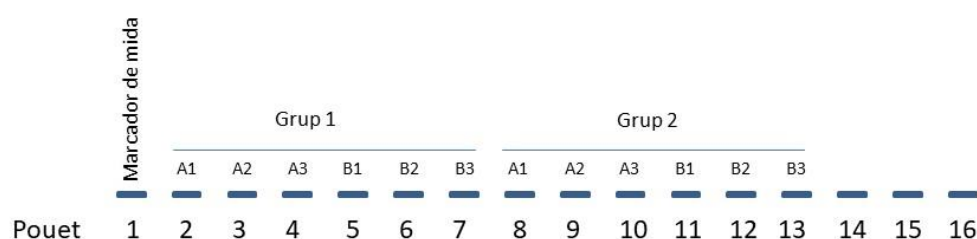


3. Electroforesi en gel d'agarosa

Grup bacteris



Grup plantes

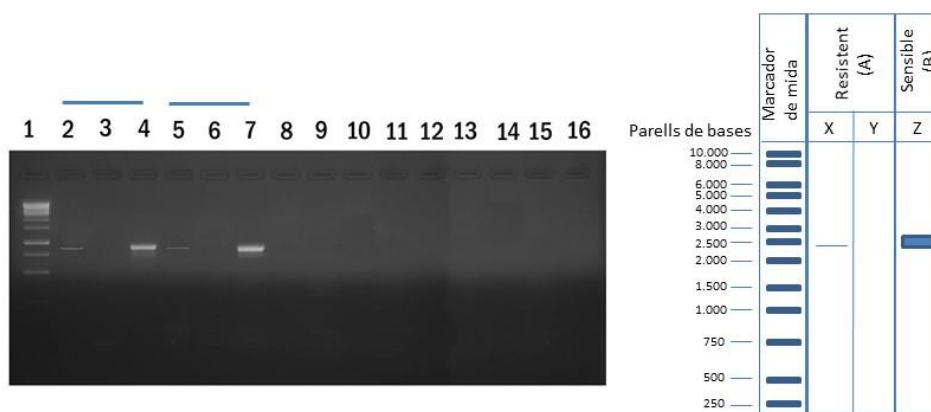


PART 4. PROVEM LES NOSTRES HIPÒTESIS



4. Anàlisi del resultat

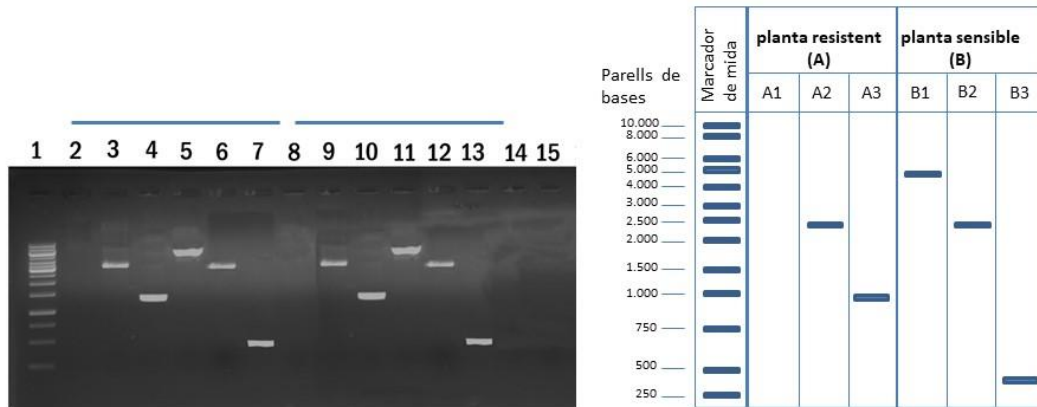
Grup bacteris



→ Dies després de la inoculació hi ha forces més bacteris a la planta de la varietat B (esgrogada) que a la planta de la varietat A. En la planta de la varietat A no trobem rastre de DNA bacterià fora de la zona d'injecció.

4. Anàlisi del resultat

Grup plantes



→ El Gen 1 només es troba present a la planta sensible, el Gen 2 de resistència està a les dues plantes, i el Gen 3 està a les dues plantes però ens surt de mides diferents

Què passa doncs als camps de cols?

- Entre els grups de plantes i els de bacteris, podeu dir-nos què creieu que passa als camps de cols?
- Podrieu construir una hipòtesi sobre la funció del gen diferent entre la varietat A (resistent) i la B (sensible)?



Moltes gràcies!

6b. Suposem que la varietat de cols que no resisteix a la presència del bacteri, té un sabor que resulta més agradable per a la majoria de la població. Com podríem obtenir cols d'aquest sabor però que fossin resistent al bacteri?



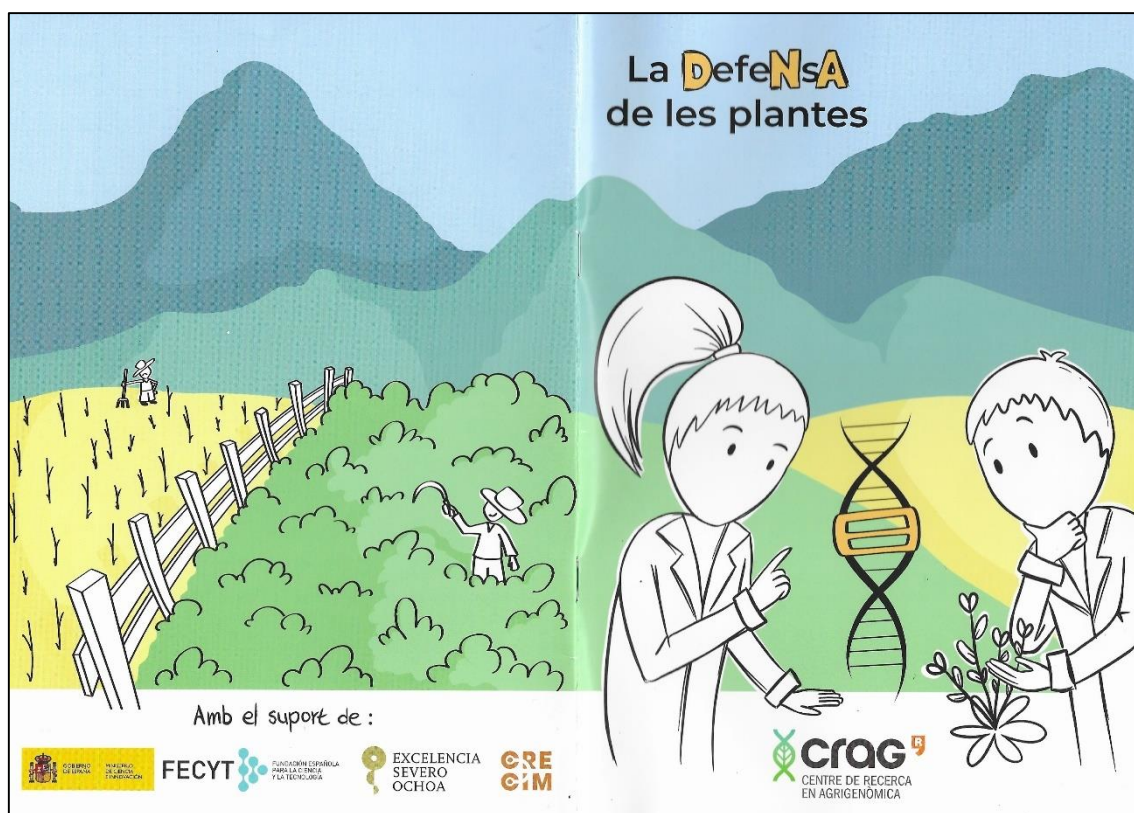
PART 6. APLIQUEM EL QUE HEM APRÈS



6d. Per què penses que el taller es diu “La DefeNsA de les plantes”?



ANEXO IV – DOSIER DEL ALUMNADO



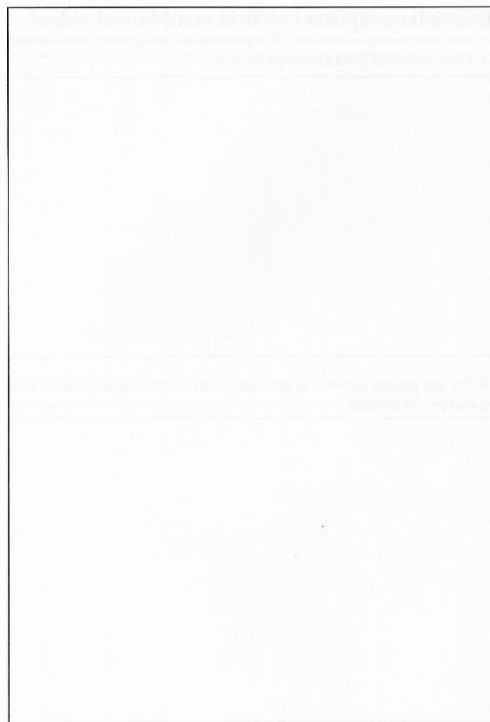
Taller experimental

La DefeNsA de les plantes

Nom:

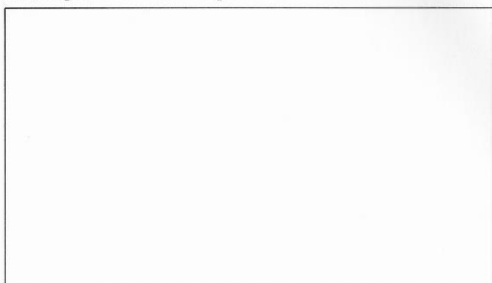
Data:

Espai destinat a les teves notes i fotografies



1. Què han explicat la Núria i en Marc al vídeo?

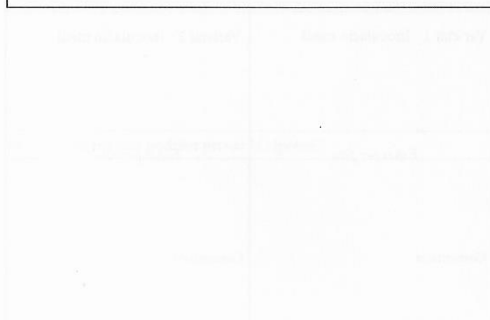
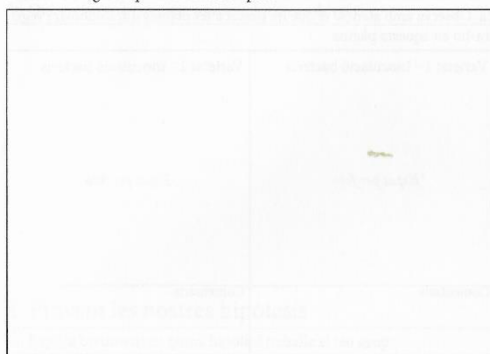
1a. Quin problema hi ha als camps de cols?



1b. Per què pensem que es fa la inoculació dels bacteris en arabidopsis i no en cols per fer l'estudi?



1c. Per què pensem que cal inocular també el medi en el que es troben els bacteris en algunes plantes d'arabidopsis?



2. Observem les plantes

2a. Observa amb atenció el que ha passat a les plantes d'arabidopsis i registra-ho en aquesta pàgina

<p>Varietat 1 - Inoculació bacteris</p> <p><i>Espai per foto</i></p> <p>Comentaris</p>	<p>Varietat 2 - Inoculació bacteris</p> <p><i>Espai per foto</i></p> <p>Comentaris</p>
<p>Varietat 1 - Inoculació medi</p> <p><i>Espai per foto</i></p> <p>Comentaris</p>	<p>Varietat 2 - Inoculació medi</p> <p><i>Espai per foto</i></p> <p>Comentaris</p>

3. Fem les nostres hipòtesis

3a. Què creieu que pot estar passant als camps de cols?

<p><i>Espai per foto</i></p>

4. Provem les nostres hipòtesis

4a. Explica breument en quina hipòtesi treballa el teu grup

<p><i>Espai per foto</i></p>

4b. De quina manera podríeu provar la hipòtesi?

<p><i>Espai per foto</i></p>

4c. Detalla el procés experimental que portareu a terme

<p><i>Espai per foto</i></p>

4d. Quina informació us aporta la bibliografia que us han proporcionat?

<p><i>Espai per foto</i></p>

4e. Quins son els vostres resultats?

<p><i>Espai per foto</i></p>

4f. Quines son les conclusions del procés experimental que heu portat a terme?

<p><i>Espai per foto</i></p>

5. Conclusió: què passa als camps de cols?

5a. Fes un breu esquema del que heu fet per provar la vostra hipòtesi, els resultats i les conclusions a les que heu arribat. L'esquema ha de servir-te de guia per poder-te explicar als companys de l'altre línia de recerca.

5b. Fes un breu esquema del què han fet els teus companys que han treballat en l'altre línia de recerca

5c. A quina conclusió global podeu arribar tenint en compte els resultats i les conclusions de les dues línies de recerca que heu portat a terme?

6. Apliquem el que hem après

6a. Escriu una carta als pagesos que es veuen afectats per la infecció als camps de cols. Comunica les vostres conclusions de manera rigorosa però també entenedora.

6b. Suposem que la varietat de cols que no resisteix la presència del bacteri té un sabor que resulta més agradable per a la majoria de la població. Com podríem obtenir cols d'aquest sabor que fossin resistent al bacteri?

6c. Si el pagès de la varietat afectada decidís plantar una varietat de col diferent, com podríem preveure si sobreviuria o no?

6d. Per què penses que el taller es diu "La DefeNsA de les plantes"?

El taller "La DefeNsA de les plantes" ha estat dissenyat conjuntament pel Centre de Recerca en Agrigenòmica CSIC-IRTA-UAB-UB (CRAG) i el Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM), de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), amb la col·laboració de Felip Lorenzo, professor d'educació secundària i ambaixador de STEAMcat.

El projecte de disseny d'aquest taller ha estat finançat per la Fundació Espanyola per a la Ciència i la Tecnologia (FCT-18-13792) i pel Programa Severo Ochoa de Centres d'Excel·lència en R&D (SEV-2015-0533 i CEX2019-000902-S), ambdós del Ministeri de Ciència i Innovació.

Disseny del taller: Zoila Babot, Ana Beatriz Moreno, Núria Sánchez Coll i Marc Valls (CRAG); Digna Couso, Maria Navarro Palà i Èlia Tena (CRECIM) i Felip Lorenzo.

Disseny dels materials didàctics: Maria Navarro Palà (CRECIM), Zoila Babot i Ana Beatriz Moreno (CRAG)

Agraïments: volem agrair la col·laboració de José Manuel Salguero (CRAG), les professores de batxillerat Mireia Panadés (Institut Escola Industrial de Sabadell) i Mercè Pietro (INS Matadepera), així com els i les alumnes de 1r de batxillerat d'aquests centres per deixar-nos fer el taller pilot.

Per noves edicions del taller i altres activitats divulgatives:
www.cragenomica.es/ca/divulgacio